



## DESARROLLO DE LA ARGUMENTACIÓN FRENTE AL APRENDIZAJE DEL CONCEPTO ESTEQUIOMETRÍA EN ESTUDIANTES DE GRADO ONCE.

JAIDER LUIS MARTÍNEZ PETRO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES  
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES  
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS  
MANIZALES

2020

DESARROLLO DE LA ARGUMENTACIÓN FRENTE AL APRENDIZAJE DEL  
CONCEPTO ESTEQUIOMETRÍA EN ESTUDIANTES DE GRADO ONCE.

Autor

JAIDER LUIS MARTÍNEZ PETRO

Proyecto de grado para optar al título de magister en enseñanza de las ciencias

Tutor:

JHON JAIRO HENAO GARCÍA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES  
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES  
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS  
MANIZALES

2020

## **DEDICATORIA**

*Primeramente, a Jehová por darme la fortaleza, sabiduría y el entendimiento una vez más en el logro de un nuevo título académico, ya que él es dueño de todas las cosas.*

*A mi esposa por ser esa persona que siempre me motivo en los momentos de angustia y por estar siempre a mi lado.*

*A mi mamá, a mi papá y a mis hermanos por su constante apoyo durante toda la maestría.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios, ya que sin la ayuda de él este logro más en mi vida no hubiera sido posible, por eso toda la gloria y la honra es para él.*

*A los profesores de la maestría por esa pasión e interés con la que siempre desarrollaron los encuentros los sábados y los días de asesorías.*

*A la Universidad Autónoma de Manizales por brindarme la oportunidad de cursar esta excelente maestría que se convierte en una de las experiencias más profundas en mi vida.*

*Al rector de la Institución Educativa donde laboro porque siempre me brindo los espacios sin ninguna objeción en los momentos solicitados.*

*A mi familia en especial a mis padres y mi esposa por ofrecerme esos consejos que fueron de vital ayuda durante esta experiencia que trajo consigo algunos momentos difíciles.*

## RESUMEN

El presente trabajo investigativo tiene como objetivo central, reconocer las implicaciones que tiene el desarrollo de la argumentación para favorecer el aprendizaje del concepto estequiometría en estudiantes de grado once; está enmarcado dentro de una perspectiva cualitativa con un carácter descriptivo con el propósito de caracterizar los procesos y productos argumentativos. Inicialmente se identificaron las ideas previas de los estudiantes y se estableció el nivel argumentativo y la calidad de los argumentos de los estudiantes, luego se aplicó una unidad didáctica dividida en cuatro momentos con el fin de potenciar el desarrollo de la argumentación frente al concepto de estequiometría, durante seis semanas, para finalmente evaluar el cambio en los niveles argumentativos y la calidad de los argumentos de los estudiantes; a partir de los cinco niveles argumentativos propuestos por Tamayo (2011) y de los tres niveles de calidad de un argumento planteados por Marín (2018); los resultados obtenidos permitieron establecer que se presentó un cambio en los niveles argumentativos y en la calidad de los argumentos de los argumentos de los estudiantes, alcanzando argumentos mejor estructurados y de mayor calidad en cuanto a su funcionalidad. En conclusión, se pudo establecer que el desarrollo de la argumentación para favorecer el aprendizaje del concepto estequiometría, implica cambios en el nivel argumentativo y la calidad de los argumentos, y además permite, también un mejor uso y comprensión del concepto estequiometria en el aprendizaje de los estudiantes de grado once, al momento de intentar responder a situaciones propias del concepto.

**Palabras clave:** argumentación, unidad didáctica, estequiometría, aprendizaje

## ABSTRACT

The main objective of this research work is to recognize the implications of argumentation development to favor the learning of the stoichiometry concept in eleventh grade students; it is framed within a qualitative perspective with a descriptive character in order to characterize argumentative processes and products. Initially the students previous ideas were identified and the argumentative level and the quality of the students arguments were established, then a didactic unit divided into four moments was applied in order to promote the development of argumentation against the concept of stoichiometry; for six weeks, to finally assess the change in the argumentative levels and the quality of the students' arguments. Based on the five argumentative levels proposed by Tamayo (2011) and the three levels of quality of an argument raised by Marín (2018). The results obtained allowed establishing that there was a change in the argumentative levels and in the quality of the arguments of the students' arguments, reaching better-structured and higher-quality arguments regarding their functionality. In conclusion, it could be established that the development of argumentation to favor the learning of the stoichiometry concept, implies changes in the argumentative level and the quality of the arguments, and also allows, also a better use and understanding of the stoichiometry concept in the learning of eleventh grade students, when trying to respond to situations of the concept.

**Key words:** argumentation, didactic unit, stoichiometry, learning

## CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	13
2	ANTECEDENTES .....	15
3	PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	21
4	JUSTIFICACIÓN.....	23
5	REFERENTE TEÓRICO .....	26
5.1	LAS IDEAS PREVIAS EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS.....	26
5.2	LA ARGUMENTACIÓN EN EL APRENDIZAJE ESCOLAR EN CIENCIAS .....	27
5.3	DESARROLLO HISTÓRICO-EPISTEMOLÓGICO DE LA ESTEQUIOMETRÍA .....	39
5.4	ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA ESTEQUIOMETRÍA .....	42
6	OBJETIVOS.....	45
6.1	GENERAL.....	45
6.2	ESPECÍFICOS .....	45
7	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....	46
7.1	TIPO DE ESTUDIO .....	46
7.2	DISEÑO.....	47
7.3	VALIDEZ DE LOS INSTRUMENTOS .....	51
7.4	UNIDAD DE ANÁLISIS .....	52
7.5	UNIDAD DE TRABAJO .....	54
7.6	PLAN DE ANÁLISIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	55
8	RESULTADOS .....	56
8.1	RESULTADO: NIVEL ARGUMENTATIVO DE LOS ESTUDIANTES, PRE-TEST Y POS-TEST .....	56

8.2	RESULTADO: CALIDAD DEL ARGUMENTO DE LOS ESTUDIANTES. ....	61
8.3	RESULTADO: IDEAS PREVIAS DE LOS ESTUDIANTES FRENTE AL CONCEPTO DE ESTEQUIOMETRÍA.....	65
9	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	67
9.1	ANÁLISIS DE LA CATEGORÍA DE INVESTIGACIÓN: LA ARGUMENTACIÓN.....	67
9.1.1	Análisis De La Estructura Argumentativo: Niveles Argumentativos .....	68
9.1.2	Análisis Del Nivel Argumentativo Inicial (NA pre-test).....	68
9.1.3	Análisis Del Nivel Argumentativo Final (NA pos-test) .....	73
9.1.4	Análisis De La Estructura Argumentativo: Calidad De Los Argumentos.....	81
9.2	ANÁLISIS DE LAS IDEAS PREVIAS SOBRE ESTEQUIOMETRÍA .....	89
10	CONCLUSIONES.....	99
11	RECOMENDACIONES .....	100
12	REFERENCIAS .....	102
13	ANEXOS .....	107



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Marco analítico utilizado para evaluar la calidad de la argumentación .....	35
Tabla 2. Niveles argumentativos .....	35
Tabla 3. Criterios para evaluar la calidad de los argumentos .....	37
Tabla 4. Niveles de calidad de los argumentos .....	38
Tabla 5. Código sintáctico para el lenguaje de fórmulas químicas .....	43
Tabla 6. Formatos sintácticos para ecuaciones químicas .....	44
Tabla 7. Categoría y subcategorías de estudio de las ideas previas .....	54
Tabla 8. Frecuencia del nivel argumentativo de los estudiantes antes de la intervención didáctica (pre-test) .....	56
Tabla 9. Frecuencia del nivel argumentativo de la unidad de trabajo pre-test .....	57
Tabla 10. Frecuencia del nivel argumentativo de los estudiantes después de la intervención didáctica (pos-test).....	58
Tabla 11. Frecuencia del nivel argumentativo de la unidad de trabajo pos-test.....	59
Tabla 12. Inclinação del nivel argumentativo de los educandos pre-test y pos-test .....	60
Tabla 13. Frecuencia del nivel de calidad del argumento de los estudiantes antes de intervención didáctica (pre-test) .....	61
Tabla 14. Frecuencia del nivel de calidad del argumento de la unidad de trabajo pre-test..	62
Tabla 15. Frecuencia del nivel de calidad del argumento de los estudiantes después de intervención didáctica (pos-test).....	62
Tabla 16. Frecuencia del nivel de calidad del argumento de la unidad de trabajo pos-test .	63
Tabla 17. Inclinação del nivel de calidad del argumento de los educandos pre-test y pos- test.....	64
Tabla 18. Frecuencia de las ideas previas de los estudiantes sobre el concepto de estequiometría.....	65

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Ejemplo de la estructura de un argumento de acuerdo al modelo de Toulmin .....	34
Figura 2. Metodología de la investigación .....	46
Figura 3. Desarrollo metodológico de la investigación .....	48
Figura 4. Categorías definidas para el trabajo de investigación .....	53

## **LISTA DE GRÁFICAS**

Gráfica 1. Niveles argumentativos de las estudiantes, pre-test y pos-test.....	60
Gráfica 2. Niveles de calidad de los argumentos, pre-test y pos-test .....	64
Gráfica 3. Ideas previas del concepto estequiometría en estudiantes de grado 11 .....	66

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo 1. Unidad didáctica .....	108
Anexo 2. Instrumento de niveles argumentativos y de calidad de los argumentos .....	140
Anexo 3. Codificaciones.....	145
Anexo 4. Matriz de análisis de los niveles argumentativos y de la calidad de los argumentos .....	151
Anexo 5. Matriz de análisis de las ideas previas .....	152

## 1 INTRODUCCIÓN

La argumentación está presente en los diferentes ámbitos de la vida de los seres humanos, dentro de los cuales traemos a colación el escolar, el familiar, el económico, el político, en la administración de la justicia, o el de las diferentes disciplinas científicas, entre otros; entonces podemos inferir que ningún ámbito del ser humano está libre de la posibilidad de argumentar dado que es una de las operaciones mentales que ha desarrollado (De la Chaussée, 2009).

Pero hoy día vemos que los jóvenes tienen dificultad al argumentar sus puntos de vistas, dejando ver lo poco profundo que han sido sus aprendizajes; por lo tanto, es de vital importancia que se promueva la argumentación en las aulas de clase como herramienta que suscita un aprendizaje en profundidad de los conceptos estudiados y por ende el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes. En este sentido Tamayo (2014) expone que “es necesario que tanto profesores como estudiantes comprendan que la argumentación en ciencias es condición *sine qua non* para el logro de comprensiones profundas de lo estudiado” (p.35).

Con esta investigación se logró entonces, promover la argumentación mediante la construcción de significados alrededor de la estequiometría y favorecer el aprendizaje en los estudiantes de grado once, evaluado a partir de los cinco niveles argumentativos propuestos por Tamayo (2011) y de los tres niveles de calidad que puede tener un argumento planteados por Marín (2018); ya que se pudo establecer que hubo en cierta medida cambios en los niveles argumentativos y en la calidad de los argumentos de los estudiantes, obteniéndose la mayor cantidad de argumentos en los niveles argumentativos 3 y 4 y en los niveles de calidad 2 y 3, evidenciando que promover la argumentación en el aula de clases a partir de la intervención didáctica, generó que los estudiantes mejoren en gran medida el planteamiento de sus argumentos.

Este documento inicia haciendo una descripción del problema que hizo posible el planteamiento de este trabajo de investigación, el cual está enmarcado en las implicaciones que tiene la argumentación en el aprendizaje de la estequiometría, la justificación contiene esos eventos que muestran su importancia en el contexto de trabajo; seguidamente se encuentran los objetivos, general y específico que son el derrotero de esta investigación y

que apuntan a identificar las ideas previas, el nivel argumentativo y la calidad de los argumentos de los estudiantes.

Posteriormente, se realiza un acercamiento teórico que permite ver los antecedentes que existen respecto a este trabajo investigativo y así poder contar con elementos conceptuales y/o metodológicos importantes para poder llevarla a cabo, posibilitando además la definición de conceptos claves que brindan claridad para su desarrollo.

Seguidamente, se tiene la metodología, en la cual se incluye el tipo de estudio, que tiene una perspectiva cualitativa y un carácter descriptivo; el diseño que tiene tres etapas, una etapa 1 donde se planteó el problema y los objetivos, se diseñaron y validaron la unidad didáctica y los instrumentos de recolección de la información, una etapa 2 de recolección de información y aplicación de la unidad didáctica, y la tercera etapa, donde se recolectó nuevamente información de los niveles y calidad de los argumentos; la unidad de análisis que tiene como categoría la argumentación y como subcategoría la estructura argumentativa; la unidad de trabajo que consta de 7 estudiantes de grado 11; y el plan de análisis de la investigación el cual está fundamentado en el análisis del contenido y la triangulación de datos. Por último, se encuentran los resultados, discusión de resultados, las conclusiones y las recomendaciones.

## 2 ANTECEDENTES

La argumentación en el aprendizaje de las ciencias ha venido siendo objeto de estudio en las últimas décadas, generando un gran número de trabajos que son importantes al momento de reconocer las implicaciones que tiene el desarrollo de la argumentación para favorecer el aprendizaje del concepto estequiometría en los estudiantes, mostrados a continuación:

“Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias” (Sardá y Sanmartí, 2000). En este trabajo los autores utilizaron un juego de rol, Para el análisis utilizaron dos niveles, para el primer nivel diseñaron un esquema con el fin de analizar los escritos y su contexto, basados en modelo argumentativo de Toulmin; el segundo nivel de análisis se hizo teniendo en cuenta la anatomía y fisiología de los textos argumentativos. Dentro de los resultados, encontraron que los estudiantes no son capaces de seleccionar aquellos argumentos de tipo científico, que son los que dan el soporte al argumento; además identificaron que los estudiantes no saben montar estrategias que les permitan anticipar y planificar la producción de textos argumentativos.

“Enhancing the quality of argumentation in school science” (Simon, Erduran y Osborne, 2002). Esta investigación identifica estrategias pedagógicas necesarias para promover las habilidades de "argumento" en los jóvenes en las clases de ciencias; ensayar las estrategias pedagógicas y determinar hasta qué punto su implementación mejora la práctica pedagógica de los docentes con 'argumento' y establecer hasta qué punto las lecciones que siguen estas estrategias pedagógicas conducen a una mejor calidad en los argumentos de los alumnos. En cuanto a los resultados este trabajo permitió la evolución de un marco viable para el análisis de la calidad de los argumentos en el aula de clase, y además encontró que el cambio en la calidad de los argumentos no ha sido significativo.

“Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas” (Jiménez y Díaz, 2003). En este trabajo el análisis de los argumentos se hizo siguiendo unas consideraciones dentro de las cuales podemos referenciar las siguientes: Identificar elementos o componentes de los argumentos, siguiendo el esquema propuesto por Toulmin (1958); reconocer los argumentos substantivos cuya conclusión, explícita o implícita, constituye una respuesta al problema planteado; y por ultimo analizar

la calidad de los argumentos, teniendo en cuenta que los justificados son los de mayor calidad. Dentro de las consideraciones finales proponen que hacer ciencia es también proponer y discutir ideas, evaluar alternativas, elegir entre diferentes explicaciones y ampliar la visión del aprendizaje de las ciencias.

“TAPping into argumentation: developments in the application of Toulmin’s argument pattern of studying science discourse” (Erduran, Simon y Osborne, 2004). Este trabajo informa sobre algunos enfoques metodológicos para el análisis del discurso de la argumentación, llevado a cabo en la enseñanza media con el fin de desarrollar modelos de actividades y hacer de la argumentación un componente de la instrucción. En el cual el discurso argumentativo se evaluó desde la contextualización del patrón argumentativo de Toulmin (TAP). Con el cual desarrollaron un medio para rastrear mejoras en la argumentación a lo largo del tiempo.

“Arguing to Learn and Learning to Argue: Case Studies of How Students’ Argumentation Relates to Their Scientific Knowledge” (von Aufschnaiter, Erduran, Osborne y Simon, 2007). Este estudio, investiga los procesos de argumentación y desarrollo cognitivo de los estudiantes de secundaria en ciencias y lecciones sociocientíficas. Usando documentos de audio y video en grupos pequeños y discusiones en el aula, y analizando la calidad y frecuencia de la argumentación de los estudiantes mediante un esquema basado en el trabajo de Toulmin. Paralelamente, también se investigó el desarrollo y el uso del conocimiento científico por parte de los estudiantes, basándose en un esquema para determinar el contenido y el nivel de abstracción de la construcción de significado de los estudiantes. El microanálisis del discurso de los estudiantes mostró que, al participar en la argumentación, los estudiantes recurren a sus experiencias y conocimientos previos; y además dicha actividad permite a los estudiantes consolidar su conocimiento existente y elaborar su comprensión de la ciencia a niveles relativamente altos de abstracción.

“Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las ciencias experimentales” (Henao y Stipcich, 2008). Dentro de las consideraciones finales que estos autores plantean, dicen que es fundamental en el mundo de hoy la formación en la



democracia participativa y deliberativa, es decir, en y para la toma de decisiones informadas y fundamentadas. Perspectiva que debe estar amarrada en la enseñanza de procesos argumentativos en los cuales estén involucrados los aspectos epistémicos, cognitivos y sociológicos. Con el fin de tener ciudadanos que adopten posturas críticas y que sean capaces de proponer soluciones en situaciones de tipo socio-científicas.

“Las estrategias argumentativas en la enseñanza y el aprendizaje de la química” (De la Chaussée, 2009). En las conclusiones de este trabajo, se plantea una serie de reflexiones sobre estrategias argumentativas que están encaminadas a la enseñanza y el aprendizaje de la química, tales como la comparación, ejemplificación, descripción y el uso de analogías; y además considera que es necesario elevar los niveles de las operaciones mentales de los estudiantes, con el propósito de promover más las reflexiones, las argumentaciones y elaboraciones de sus propios juicios de los hechos.

“Argumentación en clases de ciencias” (Sanmartí, Pipitone y Sarda, 2009). Dentro de las conclusiones de este trabajo se encuentra que es necesario promover en el estudiantado criterios que les permitan analizar críticamente la información, que tengan en cuenta las evidencias científicas como argumentos y a la vez evaluar su credibilidad. Permitiendo la formación de un alumnado capaz de actuar de manera crítica y responsable en la sociedad actual.

“Supporting Argumentation Through Students’ Questions: Case Studies in Science Classrooms” (Chin y Osborne, 2010). Este trabajo investiga cómo las preguntas generadas por los estudiantes pueden apoyar la argumentación en ciencia. Determinando la importancia de las distintas formas de interacción y en particular el cuestionamiento para que se produzca una argumentación productiva.

“Debates y argumentación en las clases de física y química” (Solbes, Ruíz y Furio, 2010). En este trabajo se plantearon debates en clase de física y química y se ha comprobado que los alumnos tienen un nivel muy bajo de competencia argumentativa oral, que los aspectos afectivos influyen en el debate y que dichos debates mejoran la actitud hacia las ciencias de los alumnos más pasivos.

“La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños” (Tamayo, 2011). Los resultados obtenidos en este trabajo apuntan a la estructura argumentativa

empleada por los estudiantes, durante la realización de las diferentes actividades propuestas; determinada mediante la utilización de cinco niveles argumentativos. A sí mismo, concluye a partir de una serie de recomendaciones encaminadas a cualificar los procesos y productos argumentativos en el aula de clases.

“La argumentación en la enseñanza de las ciencias” (Sánchez, Gonzáles y García, 2013). En este trabajo se muestra que la argumentación en el contexto de la educación en ciencias, es objeto de estudio de diferentes investigaciones sobre comunicación, aprendizaje y desarrollo de procesos de pensamiento. De igual manera, se presentan planteamientos sobre cómo el argumentar promueve logros como el conocimiento de ciencias naturales y el desarrollo de competencias ciudadanas. Por último, se incluyen algunos principios para promover la argumentación en el aula de clases.

“Aportes de la argumentación en la constitución de pensamiento crítico en el dominio específico de la química” (Pinzón, 2014). En esta investigación se logra evidenciar la relación que existe entre la potenciación de la argumentación en química y el desarrollo de pensamiento crítico, es decir, se observa que los estudiantes que argumentan haciendo uso de mayor cantidad de declaraciones argumentativas, son quienes también manifiestan mayor nivel de pensamiento crítico. Esto se evidencia puesto que hacen uso permanente de reservas, conclusiones, y que participan en la toma de decisiones con posturas reflexivas.

“Pensamiento crítico dominio-específico en la didáctica de las ciencias” (Tamayo, 2014). Las categorías de investigación de este trabajo fueran la argumentación, la metacognición y la resolución de problemas; dentro de las conclusiones de este trabajo en torno a la argumentación tenemos que los ambientes de enseñanza y aprendizajes deben estar encauzados al desarrollo de habilidades argumentativas en los educandos, el actuar del maestro debe estar encaminado a que el estudiante identifique y diferencie de forma clara los datos de las conclusiones, las justificaciones, los respaldos teóricos y los contraargumentos; y es necesario que tanto maestros como estudiantes comprendan que la argumentación es condición necesaria para tener comprensiones y conocimientos en profundidad en el aprendizaje de las ciencias.

“La argumentación metacognitiva en el aula de Ciencias” (Sánchez, Castro y Tamayo, 2015). Esta investigación permitió caracterizar tres tendencias en la expresión

argumentación metacognitiva, la primera tendencia a partir de sentir-pensar-actuar, dado que los estudiantes realizaban procesos metacognitivos al planear, ejecutar y evaluar sus argumentos desde el sentir-pensar-actuar; la segunda centrada en el conocimiento, manifestado como el conocimiento que tiene el estudiantado de los temas tratados en los debates, imprimiendo seguridad a sus intervenciones, lo que influyó de manera determinante en su desempeño argumentativo; y la última centrada en la perspectiva ética de los y las estudiantes, evidenciada en los sujetos estudiantes cuando al preguntárseles cómo se sintieron con el papel que les correspondió defender, declararon estar satisfechos o no.

“La argumentación y su rol en el aprendizaje de la ciencia” (Posada, 2015). En este artículo se llegó a las siguientes consideraciones: la relación entre la argumentación y el aprendizaje de las ciencias a nivel escolar es considerada como central para que se dé la adquisición y construcción de nuevos conocimientos, porque es un medio que se puede utilizar para acercar a los estudiantes a prácticas parecidas a las científicas, alude también a la argumentación como un fenómeno social y a la importancia de incorporar la argumentación en las prácticas de los docentes en el aula escolar, y por ultima plantea que la argumentación en el aula implica una transformación de las prácticas sociales que subyacen a la escuela y en este sentido de las prácticas de aula del docente en un nivel profundo y no simplemente instruccional.

“La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza” (Ruíz, Tamayo y Márquez, 2015). El objetivo central de esta investigación es proponer un modelo de enseñanza de la argumentación en ciencias, donde los resultados resaltan la importancia que tiene para el docente profundizar en tres aspectos centrales de un modelo de enseñanza de la argumentación en ciencias: el epistemológico, el conceptual y el didáctico.

“Estequiometría y ley de conservación de la masa: una relación a analizar desde la perspectiva de los lenguajes químicos” (Galagovsky y Giudice, 2015). Este trabajo tiene como foco principal el análisis de la formulación de problemas de estequiometría en distintos lenguajes químicos; permitiendo plantear restricciones en algunos de los leguajes químicos utilizados vislumbrar un problema de orden epistemológico en relación con la aplicación de la ley de la conservación de la masa al momento de analizar los formatos

sintácticos referidos al tema de estequiometría. Concluyendo que la enseñanza de los conceptos abstractos y explicaciones químicas fundamentadas en modelos requieren por parte de los docentes una revisión epistemológica sobre sus lenguajes.

“Estequiometría y ley de conservación de la masa: lo que puede ocultar la simplificación del discurso experto” (Galagovsky, Di Giacomo y Alí, 2015). Aquí se analiza el tema estequiometría, en su relación con la ley de la conservación de la masa, desde la perspectiva de análisis comunicacional en el aula de química para la interpretación de los errores de los estudiantes; y dentro de sus conclusiones plantean que el origen de significaciones erróneas que construyen los estudiantes pueden partir de un discurso docente que simplifica y omite cuestiones históricas.

Entonces, luego de la anterior exposición se puede decir que a partir de la argumentación se puede mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, pero que es necesario que la planeación que lleva el docente al aula de clases tenga la intención de promover espacios argumentativos, mediante la inclusión de actividades que persigan tal fin, por ejemplo en las que los estudiantes tengan la oportunidad de contrastar sus puntos de vistas con sus pares y con los conocimientos científicos usados en la transposición didáctica en el aula de clases por parte del docente.

Por otro lado, este recorrido expuesto, también, nos brindó la posibilidad de darnos cuenta de la no existencia de estudios relacionados con el desarrollo de la argumentación para favorecer el aprendizaje del concepto estequiometria, permitiendo dar inicio a subsanar este vacío con esta investigación, y aportar así a la búsqueda de elementos que permitan que los estudiantes mejoren sus aprendizajes en un concepto tan abstracto como la estequiometría y en general en la química.

### 3 PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la Institución Educativa Rural el Totumo, perteneciente al municipio de Necoclí-Antioquia; se ha encontrado un problema que es casi común en todos los Colegios; y tiene que ver con la dificultad que tienen los estudiantes para comprender química, considerándose como una de las asignaturas más difíciles de comprender. Lo cual se puede asociar al poco desarrollo del pensamiento de manera intencionada en el aula de clases; posiblemente condicionado a educandos con bajos niveles de argumentación; imposibilitando la construcción de un aprendizaje con las herramientas necesarias para responder a una problemática científica, tecnológica, social o ambiental que se presente en las comunidades.

Teniendo en cuenta lo antes planteado, Sardà & Sanmartí (2000), constatan las grandes dificultades que enfrentan la mayoría de los estudiantes a la hora de expresar y organizar un conjunto de ideas en un escrito que se caracterice, desde el punto de vista científico, por su rigor, precisión, estructuración y coherencia. También plantean entre otros aspectos, las dificultades para diferenciar hechos observables e inferencias, identificar argumentos y organizarlos de manera coherente. Asimismo, no distinguen entre los términos de uso científico y los de uso cotidiano y utilizan palabras «comodín», propias del lenguaje coloquial. Además, a menudo, o bien escriben oraciones largas con dificultades de coordinación y subordinación, o bien muy cortas sin justificar ninguna afirmación.

Sumado a lo anterior, la poca argumentación de los estudiantes se puede ver evidenciada durante el desarrollo de las clases de química, dado que en estas surgen muchas situaciones y al momento de estos intervenir para dar una posible respuesta, se quedan en, sí o no, sin un argumento con el que traten de defender su posición, y en caso de hacerlo, su discurso presenta niveles de coherencia muy bajos que permiten poner en manifiesto el escaso aprendizaje que han adquirido. Debido probablemente a la falta de actividades direccionadas al desarrollo de la argumentación.

Ahora; para el caso específico en química, encontramos que la estequiometría no es ajena a la poca comprensión y argumentación a situaciones que los estudiantes tienen en el aprendizaje de la química; y que Obando (2013), plantea que una de las dificultades más

relevantes que presentan los estudiantes en la asignatura de química del grado once es comprender los conceptos de la estequiometría. Los estudiantes conciben estos temas objetos de estudio como difíciles y poco agradables, por lo tanto, hay desmotivación frente a éste aprendizaje. Se hacen evidentes las falencias en la aplicación de cálculos matemáticos, razonamientos lógico-matemáticos, interpretaciones, proporciones, entre otros.

En tal sentido, se deben buscar estrategias de manera intencionada que permitan mejorar esta habilidad de pensamiento y por ende el aprendizaje de los estudiantes en química. Dado que desde la didáctica de las ciencias se ha aducido que trabajar la argumentación en los estudiantes, permite que estos tengan aprendizajes más profundos de los conceptos tratados en el aula

Pero la literatura revisada no da cuenta de la existencia de estudios de la argumentación frente al aprendizaje de la estequiometría, lo que le confiere un carácter adicional a esta investigación, ya que posiblemente esto la convierte en el primer estudio realizado sobre este aspecto investigativo. Así, al llegar a este punto surge la siguiente pregunta

**¿Qué implicaciones tiene el desarrollo de la argumentación para favorecer el aprendizaje del concepto estequiometría en estudiantes de grado once?**

#### 4 JUSTIFICACIÓN

La argumentación hace parte de una habilidad del pensamiento que en la actualidad ha tomado mucha fuerza en la investigación de la didáctica de las ciencias, con el fin de potenciar y mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en las aulas de clase. Por lo tanto, el desarrollo de la argumentación como estrategia para favorecer el aprendizaje de los conceptos de la ciencia dentro de la escuela es un ítem que ha tomado mucha relevancia en la enseñanza de las ciencias de acuerdo a las publicaciones de importantes teóricos en el campo de la didáctica.

Tal como lo evidencia Erduran, Simon y Osborne (2004), al decir que, en las últimas décadas, cuantiosas investigaciones han tenido como eje central el análisis del discurso de la argumentación en los contextos educativos (por ejemplo, Driver, Newton y Osborne, 2000; Duschl, Ellenbogen y Erduran, 1999; Forman, 1992; Jiménez-Aleixandre, Rodríguez, & Duschl, 2000; Kelly & Takao, 2002).

Ya que el desarrollo de esta habilidad en los estudiantes, permite que estos aborden los conocimientos de las ciencias tratados en el salón de clases con mayor facilidad y pertinencia al contexto; dado que es desde las discusiones de las ideas y del uso de distintos lenguajes o representaciones de forma elocuente que se logra la construcción del conocimiento escolar. En este sentido Sardà et al. (2000), plantean que en la construcción propio del conocimiento científico escolar es relevante la discusión y el contraste de las ideas, reconociendo las múltiples maneras que hay para representar un mismo significado, con el fin que este tome todo un sentido para el educando.

Pero la argumentación no solamente posibilita el aprendizaje dentro del aula, sino que promueve, además, que los estudiantes sean capaces de expresar sus ideas de forma clara y estructurada en su entorno ya sea familiar o comunitario, en la búsqueda de soluciones a las problemáticas que se presentan en el diario vivir. En tal caso Solbes, Ruíz y Furio (2010) muestran que numerosas situaciones económicas, médicas y medioambientales a las que están expuestas las sociedades en la actualidad tienen relación directa con la ciencia, la tecnología y la sociedad, lo que implica de parte de las personas el análisis de distintos argumentos y la toma de decisiones a raíz de un buen discernimiento de las opciones que se plantean.

En este sentido, desarrollar la argumentación en el aula es una práctica que permite la interacción entre los distintos actores que participan en el proceso de enseñanza y aprendizaje, desde el discurso a partir de los diferentes tipos de lenguajes que se dan en el aula; más aún, posibilita el desarrollo del pensamiento crítico. En tal sentido tendremos estudiantes que toman perspectivas críticas en los conceptos que se llevan al aula de clases, no solamente en las ciencias, sino, también en las otras áreas del saber escolar y los que estén envueltos en situaciones que hacen parte de la sociedad a la que pertenezcan.

Es así, que esta investigación en la medida de lo posible, permite reconocer el desarrollo de la argumentación para favorecer el aprendizaje de la estequiometría con los estudiantes de grado once desde el aula de clases. En la búsqueda de estrategias que den la posibilidad de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, con las que los estudiantes tengan la oportunidad de construir sus saberes alrededor del concepto trabajado, pero más aún, que en ellos se vea desarrollada la argumentación en las distintas manifestaciones que estos hacen en la sociedad en la que se desenvuelvan.

Caso que beneficia a los diferentes integrantes del procesos de enseñanza y aprendizaje, en cuanto que se van a tener personas capaces de razonar profundamente en los diferentes contextos donde se encuentren, teniendo la posibilidad de buscar las soluciones más acertadas, sin desconocer los diferentes factores que hacen parte de la situación en cuestión, por ejemplo, el respeto del punto de vista de los otros individuos, la conciliación en las distintas perspectivas y la cooperación, entre otros. Contribuyendo de esta manera a una mejor convivencia dentro y fuera del salón de clases, lo cual se articula con el modelo pedagógico institucional que tiene su énfasis en la convivencia, promoviendo la formación de sujetos íntegros.

Del mismo modo este trabajo investigativo favorece el modelo pedagógico de la institución, socio formativo con énfasis en convivencia, el cual pretende el desarrollo integral humano en todas sus dimensiones: ser, conocer, hacer, convivir y trascender desde las prácticas pedagógicas y el currículo. En el sentido que la argumentación es una actividad discursiva y por ende social, y el modelo apunta a que la formación del sujeto debe estar dada mediante el dialogo, la discusión, el disenso, consenso el análisis y la reflexión en los distintos espacios educativos.



Entonces el trabajo intencional y consciente de la argumentación en el aula de clases permitiría hacer una planeación que propenda por responder a las intenciones del modelo pedagógico de la institución, caso que viene siendo de mucho debate y controversia por parte de la comunidad docente del contexto institucional porque desconocen de algún modo cómo se debe integrar y trabajar este modelo pedagógico en las planeaciones de las distintas actividades que elaboran para llevar al aula de clases.

## **5 REFERENTE TEÓRICO**

A continuación, se realizará un recorrido sobre diferentes trabajos que han arrojado importantes aportes relacionadas con la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, los cuales están enfocadas a las contribuciones de la argumentación en la construcción del aprendizaje escolar en ciencias, específicamente en el aprendizaje de la estequiometría. En tal sentido este marco teórico presenta las ideas previas en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, la argumentación en el aprendizaje escolar en ciencias, desarrollo histórico-epistemológico de la estequiometría, y enseñanza y aprendizaje de la estequiometría.

### **5.1 LAS IDEAS PREVIAS EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS**

Hablar de las ideas previas de los estudiantes es hablar del factor inicial a tener en cuenta para pensar la mejor manera para el desarrollo de los nuevos aprendizajes; pues estas permiten a los docentes conocer lo que los estudiantes saben respecto al concepto y los nuevos aprendizajes que se van a trabajar, con el fin de poder planear las actividades de intervención, mediante la elaboración de estrategias didácticas que deben tener la intención clara que los estudiantes logren un mejor aprendizaje y que potencien las habilidades de pensamiento, que para el caso específico de este trabajo es la argumentación.

Las ideas previas pueden definirse “como aquellos conceptos que traen los estudiantes antes de adquirir un conocimiento formal; entendido este último, como el conocimiento que abarca el talento y comprensión de los conceptos científicos” (Tamayo, Vasco, Suarez, Quiceno, García & Giraldo, 2010, p.109).

Por lo tanto, podemos decir que las ideas previas de los estudiantes están formadas por experiencias del contexto y que por lo general no tienen un soporte teórico, y que por ser vagas o sueltas no deben considerarse como erróneas, dado que desde de la identificación de estas es que se debe partir con el fin de darles una transformación mediante la planeación de estrategias didácticas que posibiliten el acercamiento al conocimiento científico; tal como lo plantea Tamayo et al. (2010) al decir que:

Éstas no deben considerarse como ideas erróneas; por este motivo, es importante que el maestro entienda las ideas que tiene el estudiante, porque dichas ideas son diferentes de las establecidas por el conocimiento científico y hay que indagar su origen y planear nuevas estrategias para modificarlas (p.109).

Entonces, nuestro trabajo parte de la identificación de las ideas previas que los estudiantes tienen de la estequiometría como concepto pretexto, para implementar estrategias didácticas (unidad didáctica) que nos permitan reconocer las implicaciones del desarrollo de la argumentación en el aprendizaje de los estudiantes de grado once.

## **5.2 LA ARGUMENTACIÓN EN EL APRENDIZAJE ESCOLAR EN CIENCIAS**

En este apartado se mostrarán las diferentes perspectivas que se tienen de la argumentación, luego se expondrá la importancia de esta en el aprendizaje de las ciencias, seguidamente se hablará sobre los aspectos que se deben tener en cuenta para desarrollar esta habilidad de pensamiento y finalmente se mostraran distintas concepciones de cómo evaluar los procesos argumentativos de los estudiantes.

En tal sentido la argumentación de acuerdo a Jiménez y Díaz (2003), “se entiende como la capacidad de relacionar datos y conclusiones, de evaluar enunciados teóricos a la luz de los datos empíricos o procedentes de otras fuentes” (p.361). Chin y Osborne (2010) la definen como “una actividad verbal, social y racional dirigida a convencer a un crítico razonable de la aceptabilidad de un punto de vista presentando una constelación de proposiciones que justifiquen o refuten la proposición expresada en el punto de vista” (p.231). Leitão (2007), la plantea como una actividad discursiva y social que se realiza para la defensa de puntos de vista en consideración de objetos y perspectivas alternativas con el objetivo final de aumentar o reducir la aceptabilidad de los puntos de vista en conflicto. Tamayo (2014) dice que:

La argumentación es un tipo particular de diálogo que contribuye a que los individuos adquieran aprendizajes en temas específicos, así como en lo relacionado con prácticas culturales; los contextos socioculturales específicos en los cuales ocurre la argumentación orientan, limitan y contribuyen a la forma como se presente finalmente el

argumento, en este sentido la argumentación es siempre situada, en un lugar y tiempo específico (p.35).

Ruiz, Tamayo y Márquez (2015) plantean que “la argumentación en ciencias es un proceso dialógico y una herramienta fundamental para la co-construcción de comprensiones más significativas de los conceptos abordados en el aula. Por ello, deben estar explícitamente en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias” (p.629). Por ultimo Sánchez, González y García (2013), dicen que la argumentación en ciencias:

permite la construcción social y la negociación de significados, debido a que corresponde a un diálogo en el cual, para sostener una afirmación, conclusión o punto de vista, se deben exponer razones, formular preguntas sobre la fuerza y relevancia de esas razones, enfrentar objeciones y, tal vez, modificar o matizar una tesis inicial (p.19).

Entonces, las diferentes perspectivas muestran que la argumentación es un proceso dialógico, en el cual los individuos dan a conocer su punto de vista, con el fin de persuadir o llegar a un consenso sobre las diferencias presentadas en los temas debatidos, los cuales pueden ser conceptuales o sociales; que puede ser desarrollada como habilidad desde la enseñanza de las ciencias, Jiménez y Díaz (2003), en la que se debe tener en cuenta el entorno de los estudiantes con el fin de plantear situaciones que fueran de su interés. Por lo tanto, en este trabajo se tomó la argumentación como una habilidad que se puede desarrollar en el aula de clases, exigiendo así el dialogo como una de las estrategias de intervención para promover el desarrollo de esta habilidad.

Partiendo del hecho, que una habilidad implica poseer la capacidad de realizar una labor; en la que se debe contar con una serie de condiciones o funciones previas para completar dicha labor; pero contar con la capacidad no es suficiente para decir que los estudiantes poseen la habilidad de realizar una acción, dado que esta debe ser desarrollada hasta el punto que la acción ejecutada se haga de manera repetida y exitosa (Acosta y Vasco, 2013).

Es decir, que una habilidad en cierto modo parte de la capacidad que tiene un individuo para realizar una tarea y que debe ser desarrollada hasta el punto que el individuo alcance un alto grado de destreza en la labor ejecutada, dejando por hecho que todos los días se pueden lograr mejores desempeños. En cuanto a la habilidad argumentativa,

Larraín, Freire y Olivares (2014), “muestran que esta habilidad no se desarrolla meramente por factores individuales o maduracionales, sino por experiencias de participación en actividades argumentativas” (p.95). En este sentido, asumimos en nuestro trabajo la argumentación como una habilidad que se puede desarrollar a partir de actividades intencionadas en las que el diálogo y el contraste de puntos de vista en el aula de clases, son el eje principal; que permiten la construcción del conocimiento escolar entorno a significados propios de las ciencias. Luego de haber planteado la perspectiva de argumentación que se tiene en este trabajo de investigación, surge la pregunta, ¿qué importancia tiene esta en el aprendizaje de las ciencias?

Por consiguiente, es necesario argumentar en la clase de ciencias debido que el diálogo ayuda a elaborar conocimiento científico, propicia la interacción social, desarrolla procesos de pensamiento mediante el lenguaje y juega un rol relevante en la construcción de explicaciones, modelos y teorías. Una de las principales razones para enseñar argumentación en la clase de ciencias, es que los estudiantes deben tener una idea clara de lo que significa la ciencia, primordialmente la naturaleza social del conocimiento científico, y para ello se hace preciso que los jóvenes construyan y analicen argumentos científicos con implicación social (Sánchez et al. 2013).

Otra de las razones por la cual es importante la argumentación en la enseñanza de las ciencias es la que expone Chin y Osborne (2010), al plantear que el uso de actividades discursivas en las que estén inmersos los estudiantes para analizar y elaborar argumentos, evaluar alternativas, ponderar evidencias y verificar la viabilidad de las afirmaciones sobre conceptos y aplicaciones de la ciencia, hace que estos tengan una visión más clara sobre la ciencia, animándolos a establecer vínculos entre los datos, la teoría y la evidencia, desarrollando una mejor comprensión de la naturaleza de la ciencia.

También, Sanmartí, Pipitone y Sarda (2009) proponen que una de los primordiales propósitos de enseñar a argumentar en las clases de ciencias es que el educando se involucre en la toma de decisiones, que sean acorde con sus argumentos y, al mismo tiempo, tome conciencia de los procesos implicados en su elaboración. Pero esto no puede suceder si el docente no toma conciencia de la importancia de la argumentación, ya que él es el mediador en los aprendizajes de los estudiantes, es decir que a partir de la

intervenciones que hace en el aula de clases es que se promueven los aprendizajes; por ello si el maestro no tiene claro los objetivos de la actividades que proponen en el aula, será poco probable que se logre el desarrollo del pensamiento; en este sentido el maestro en su planeación de las actividades de clase debe implementar de manera consiente e intencionada estrategias que permitan el desarrollo del pensamiento, que para el caso de esta propuesta es la habilidad argumentativa, como componente del pensamiento crítico.

Ya hemos visto la importancia que tiene la argumentación en el aprendizaje de las ciencias; ahora nos atañe mirar algunos aspectos que se han derivado desde varios trabajos investigativos y, tienen que ver con herramientas que permiten el desarrollo de la habilidad argumentativa en las clases de ciencias. Dentro de estos aspectos empezamos con Aufschnaiter, Erduran y Simon (2007), los cuales plantean que:

El análisis del contenido y el nivel de abstracción de los argumentos de los estudiantes revelaron que la capacidad de los estudiantes para emprender argumentaciones de alto nivel depende de si el contenido del argumento se relaciona o no con las experiencias previas de los estudiantes, una característica que está muy clara en nuestros datos. Esencialmente, todos los aspectos de la comprensión (inicial) de los estudiantes, la forma en que lidiaron con las tareas y contribuciones verbales demuestran la fuerza de la influencia del conocimiento previo en los procesos cognitivos de los estudiantes. Aunque esto puede no ser sorprendente, indica que cualquier intento de desarrollar el conocimiento de los estudiantes a través de la argumentación debe estar relacionado con el conocimiento previo de los estudiantes (p.127).

Tamayo (2011) también plantea una serie de consideraciones que se deben tener en cuenta para promover la argumentación en el aula de ciencias. La primera de ella es que los ambientes de aprendizaje siempre deben tener la intención de desarrollar la argumentación, la segunda es que los conceptos impartidos por el docente en el aula de clase, exige de parte de él la planeación detallada de los procesos de transposición didáctica, y un último aporte es el que plantea respecto al conocimiento y control que los estudiantes deben tener sobre sus propios procesos de aprendizaje, esto es que la metacognición este de forma intencionada en el proceso de enseñanza y que se convierta en uno de los propósitos del maestro.

Es preciso rescatar tres cosas de esta perspectiva, la primera son los ambientes de aprendizaje, la segunda es la transposición didáctica del docente y la tercera es la metacognición, dado que la puesta en marcha en conjunto de las tres, probablemente se conviertan en factores determinantes a la hora de fomentar la argumentación en las ciencias.

Ruiz et al. (2015) en su investigación proponen un modelo de enseñanza para promover la argumentación en la clase de ciencias, el cual está fundamentado en tres pilares. El primero de ellos es el epistemológico, desde la consideración de la argumentación como factor esencial en la construcción del conocimiento científico y en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. El segundo es el conceptual en el que se debe aceptar la argumentación como un proceso dialógico y social, reconociendo al otro como sujeto pensador de saberes, favoreciendo el debate y las discusiones en torno a los conceptos enseñados, teniendo en cuenta el contexto de los estudiantes. El tercero pilar es el didáctico, plantea que la clase debe tener una aceptación desde la perspectiva argumentativa independiente de lineamientos teóricos como referente, en la que la pregunta se debe considerar como dinamizadora en un modelo interactivo dialógico y el estudiante como sujeto cognoscente, social y contextual.

Entonces si queremos enseñar una ciencia escolar lo debemos hacer desde la promoción de la argumentación como uno de los ejes fundamentales de este proceso, y mediante la consideración de estas herramientas que ha arrojado este trabajo investigativo en la didáctica de las ciencias.

De igual manera Erduran y Jiménez (2007), ilustran los siguientes principios para promover la argumentación en la clase de ciencias:

- El plan de estudios: debe estar estructurado para solucionar problemas vivos, que generen una variedad de resultados en distintos estados teóricos y con diferentes estados epistémicos. Además, debe involucrar a los estudiantes en procesos de investigación y particularmente en las prácticas discursivas de los científicos.
- El papel del profesor: el profesor en función de favorecer la argumentación tiene los siguientes roles: Sirve de modelo y guía para la investigación, Motiva a los estudiantes a proporcionar evidencias para justificar sus afirmaciones, Desarrolla y

establece criterios para la construcción y evaluación de los argumentos, Orienta los objetivos epistémicos relativos a la argumentación en las intervenciones orales y Promueve la reflexión de los estudiantes acerca de sus posiciones y cambio de posiciones como resultado de la enseñanza o los debates.

- La comunicación: está encaminada a la utilización de distintas formas de comunicación como factor central en las clases de ciencias.
- El papel de los estudiantes: su papel es desarrollar el control de su propio aprendizaje, actuando como productores de conocimiento, más que como consumidores de los conocimientos producidos por otros.
- La reflexión, la metacognición y la regulación: son principios que deben estar de manera intencionada, ya que a partir de ellos es que el estudiante debe hacer seguimiento de sus procesos cognitivos y del trabajo en equipo.
- La evaluación: este principio en la argumentación debe tener las siguientes características: Participación de los estudiantes en el diseño de los objetivos de enseñanza, Participación de los estudiantes respecto a los productos a ser evaluados y las formas de evaluación o métodos de medición, y El uso de múltiples medios que van más allá de los exámenes escritos.

De aquí se deriva que en los procesos argumentativos el docente y el estudiante debe tener claro cuál es su papel en la clase de ciencias, ya que, si no es así, muy probablemente cualquier intento por desarrollarla no va a tener resultados favorables; también se deja ver algunos principios que deben ser transparentes en la preparación de las actividades que fomenten el desarrollo de la habilidad argumentativa, como por ejemplo las características de la evaluación. Pero al llevar estas herramientas al salón de clases con el fin de propiciar la argumentación en las diferentes actividades propuestas, se hace necesario evaluar el desarrollo de la argumentación en el aprendizaje de los estudiantes.

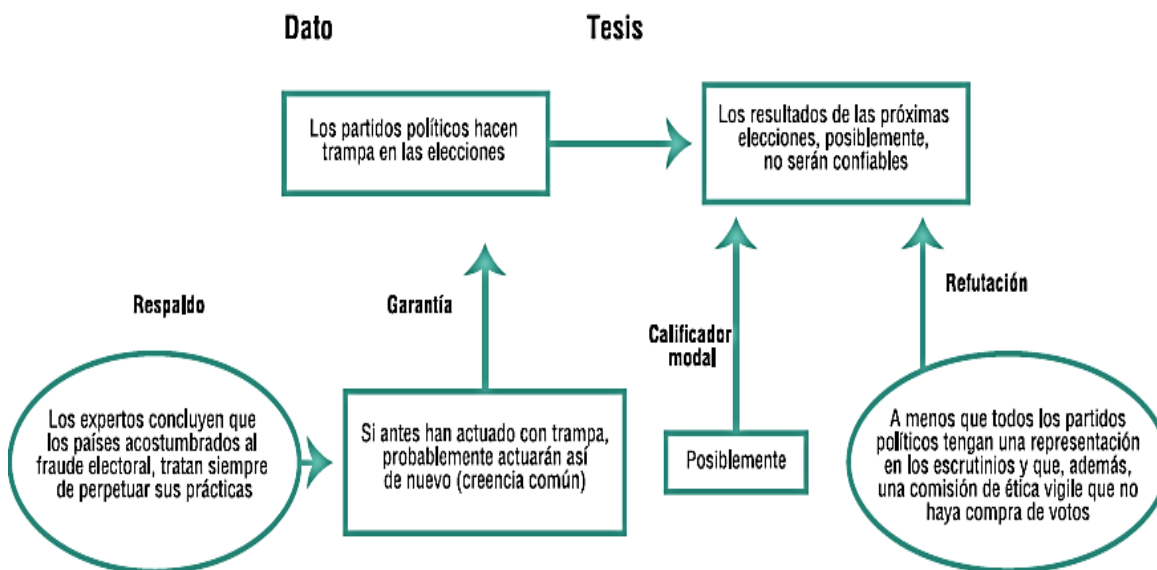
En concordancia con esta última parte, lo primero que se hizo fue identificar los elementos que contiene la estructura de un argumento, donde se encontró que la estructura argumentativa contiene los siguientes componentes:



*Datos* (D): hechos, que se invocan para justificar y validar la afirmación; hechos o condiciones que son observables. Puede ser una creencia o una premisa, aceptada como verdadera dentro de una comunidad, mas no una opinión. *Conclusión* (C): la tesis que se establece; la tesis que se va a defender, el asunto a debatir, a demostrar o a sostener en forma oral o escrita; el punto de vista que la persona quiere mantener, la proposición que se aspira que otro acepte. *Justificación* (J): son razones que se proponen para justificar las relaciones entre los datos y la conclusión; sirven de soporte legítimo a la aserción: *Fundamentos* (F): es el conocimiento básico que permite asegurar la justificación; puede ser un estudio científico, un código, una estadística, o una creencia firmemente arraigada dentro de una comunidad. *Calificadores modales* (Q): aportan un comentario implícito de la justificación; de hecho, son la fuerza que la justificación confiere a la argumentación; representan la verbalización de tal fuerza y establecen la seguridad que tiene el autor de la generalidad de su aserción. *Refutadores* (R): también aportan un comentario implícito de la justificación, pero señalan las circunstancias en que las justificaciones no son ciertas (Sardá y Sanmartí, 2000. Rodríguez 2004).

A raíz de esto, se identificaron seis elementos en la estructura de un argumento: datos, tesis, garantías, respaldos, refutaciones y cualificadores modales. Los datos se relacionan con los hechos que sustentan la tesis; la tesis es una conclusión que debe tener un valor establecido; las garantías son esas razones que permiten la articulación o conexión entre los datos y la tesis; los respaldos son las suposiciones en las que se basa las garantías de lo dicho; las refutaciones son esos argumentos que discrepan los elementos del argumento; y los cualificadores modales son esos aspectos que le establecen un límite a la tesis. En la figura 1 se muestra un ejemplo de la estructura de un argumento.

**Figura 1. Ejemplo de la estructura de un argumento de acuerdo al modelo de Toulmin**



Fuente: Posada (2015).

Luego de la identificación de los componentes de un argumento se hizo necesario la identificación de modelos que permitieran evaluar los argumentos propuesto por los educandos; en este sentido, tenemos el modelo propuesto por Erduran, Simon y Osborne (2004), el cual está basado en el modelo de Toulmin y consiste en la jerarquización de cinco niveles de argumentación para evaluar los argumentos de los estudiantes, como se muestra en la tabla 1. Con el propósito de mirar cuando un argumento es mejor que otro, desde el punto de vista cuantitativo, pero sin dejar de lado el aspecto cualitativo que es el que permite predecir el nivel argumentativo al que pertenece el argumento dado, de acuerdo a los elementos que componen cada nivel; facilitando también la determinación de la calidad del argumento.

**Tabla 1. Marco analítico utilizado para evaluar la calidad de la argumentación**

Nivel 1.	La argumentación de nivel 1 consiste en argumentos que son una reclamación simple versus una reclamación contraria o una reclamación versus una reclamación.
Nivel 2.	La argumentación de nivel 2 tiene argumentos que consisten en una reclamación versus una reclamación con datos, garantías o respaldos, pero no contienen refutaciones.
Nivel 3.	La argumentación del nivel 3 tiene argumentos con una serie de reclamaciones o contra-reclamaciones con datos, garantías o respaldos con la refutación débil ocasional.
Nivel 4.	La argumentación de nivel 4 muestra argumentos con una reclamación con una refutación claramente identificable. Tal argumento puede tener varias reclamaciones y contra-reclamaciones.
Nivel 5.	La argumentación de nivel 5 muestra un argumento extendido con más de una refutación.

Fuente: Erduran et al. (2004).

Del mismo modo tenemos el modelo de Tamayo (2011), basado en Erduran et al. (2004) y Erduran (2008), el cual utiliza cinco niveles argumentativos para evaluar los argumentos propuestos por los estudiantes, tal como se muestra a continuación en la tabla 2, donde seguidamente se hace una descripción de cada uno de los cinco niveles.

**Tabla 2. Niveles argumentativos**

<b>Niveles argumentativos</b>	<b>Características</b>
Nivel 1.	Comprende los argumentos que son una descripción simple de la vivencia.
Nivel 2.	Comprende argumentos en los que se identifican con claridad los datos (data) y una conclusión (claim).

---

Nivel 3.	Comprenden argumentos en los cuales se identifican con claridad los datos (data), conclusiones (claim) y justificación.
Nivel 4.	Comprende argumentos constituidos por datos, conclusiones y justificaciones (warrants), haciendo uso de cualificadores (qualifiers) o respaldo teórico (backing).
Nivel 5.	Comprende argumentos en los que se identifican datos, conclusión(es), justificación(es), respaldo(s) y contraargumento(s).

---

Fuente: Tamayo (2011).

Los argumentos que pertenecen al **nivel 1** son aquellos que se limitan solo a repetir lo que sucedió en la experiencia y hace uso de verbos como observé, toqué, froté, sentí, sin hacer inferencias de los datos obtenidos, es decir no hay una conclusión. En el **nivel 2** encontramos los argumentos en los que se identifican los datos y una conclusión de forma clara, sin mostrar una justificación que le dé un poco más de peso al argumento. Al **nivel 3** pertenecen esos argumentos en los cuales se identifican los datos, una conclusión y además existe una justificación de lo que se dice. Para el **nivel 4** de argumentación encontramos que en el discurso del individuo se deben reconocer unos datos, una conclusión, una justificación y un respaldo teórico o conceptual, el cual le da valor al argumento. Por ultimo tenemos el **nivel 5** en el cual encontramos todos los aspectos mencionados en el nivel anterior, pero con la adición de un contraargumento.

Como podemos ver con este trabajo se puede evaluar el nivel argumentativo de los estudiantes a partir de cinco niveles argumentativos, como se dijo anteriormente; por consiguiente, este nos propicia las herramientas que se necesitan para poder tener la posibilidad de reconocer las implicaciones en el desarrollo de la argumentación frente al aprendizaje de un concepto. Es decir, nos da la oportunidad de observar la progresión, en cuanto a la estructura de los argumentos elaborados por los estudiantes; por lo tanto, estos cinco niveles de argumentación de Tamayo (2011), son los que se utilizaron para determinar y evaluar la estructura argumentativa de los estudiantes en nuestra investigación.

Pero además de determinar el nivel argumentativo de los estudiantes, también se hizo necesario encontrar la posibilidad de determinar el nivel de calidad de sus argumentos de los educandos, con el fin de evaluar la calidad en la estructura de los argumentos antes y después de la intervención didáctica; para ello Marín (2018), basado en Joannon y Ihnen (2015), Chion y Adúriz -Bravo (2015) Rodríguez y Jiménez -Aleixandre (2007), propuso criterios para evaluar la calidad de los argumentos, los cuales están conformados por tres componentes: componente lógico, componente teórico y componente pragmático (ver tabla 3); estableciendo para cada criterio sus respectivos descriptores, y a partir de esto planteo tres niveles de calidad de los argumentos (ver tabla 4). Trabajo que fundamente nuestra investigación en la determinación de la calidad en la estructura de los argumentos.

**Tabla 3. Criterios para evaluar la calidad de los argumentos**

<b>Componente</b>	<b>Descriptor</b>
<b>componente lógico</b>	Se refiere a que las justificaciones y conclusiones deben estar relacionadas de tal manera que, si las justificaciones son ciertas, la conclusión tenga un grado variable de certeza.
<b>componente teórico</b>	Establece que las justificaciones que hacen que las afirmaciones sean verdaderas o que tengan una alta probabilidad de ser ciertas, toman como base un modelo teórico, explicativo o un concepto aprendido.
<b>componente pragmático</b>	Aquí el argumento se evalúa como un todo. El argumento presentado se ajusta y adecua a las circunstancias en las que se presenta, o en que se pretende dar una explicación o este es aplicable

Fuente: Marín (2018).

**Tabla 4. Niveles de calidad de los argumentos**

<b>Nivel de Calidad de los Argumentos</b>	<b>Descriptor</b>
<b>Nivel de Calidad 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay justificaciones o las justificaciones y conclusiones NO están relacionadas; o las justificaciones NO son ciertas, por cual la conclusión NO es cierta.</li> <li>• Las justificaciones NO aportan para que las afirmaciones sean verdaderas o que tengan una alta probabilidad de ser ciertas.</li> <li>• El argumento, como un todo, NO se ajusta y ni se adecua a las circunstancias en las que se pretende dar explicaciones o es aplicable.</li> <li>• Las justificaciones y conclusiones están relacionadas de tal manera que, si las justificaciones son ciertas, la conclusión tiene un buen grado de certeza.</li> </ul>
<b>Nivel de Calidad 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las justificaciones aportan para que las afirmaciones sean verdaderas o que tengan alguna probabilidad de ser ciertas, pero NO se refieren a modelo teórico/explicativo o concepto aprendido, es decir hace uso de lenguaje cotidiano o creencias.</li> <li>• El argumento, como un todo, No se ajusta o adecua completamente a las circunstancias en las que se pretende dar explicaciones o es aplicable. Pero se evidencia el intento por dar una explicación.</li> <li>• Las justificaciones y conclusiones están relacionadas de tal manera que, si las justificaciones son ciertas, la conclusión tiene un alto grado de certeza.</li> </ul>
<b>Nivel de Calidad 3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las justificaciones que hacen que las afirmaciones sean verdaderas o que tengan una alta probabilidad de ser</li> </ul>

ciertas, se refieren a modelo teórico/explicativo o concepto aprendido, haciendo uso correcto del lenguaje científico escolar.

- El argumento, como un todo, se ajusta y adecua a las circunstancias en las que se pretende dar explicaciones o es aplicable
- 

Fuente: Marín (2018).

### **5.3 DESARROLLO HISTÓRICO-EPISTEMOLÓGICO DE LA ESTEQUIOMETRÍA**

Es importante conocer cómo se han construido los conceptos en el transcurso de la historia, con el fin de comprender el significado que se conoce en la actualidad y así poder generar en los estudiantes aprendizajes que perduren en su mente y que puedan ser utilizados cuando el contexto así lo exija. Tal como lo plantea Furio y Padilla (2003) al decir que:

Es importante tener conocimiento de la evolución de conceptos que son básicos y, en particular, de aquellos que son difíciles de aprender por que resultan muy abstractos para los estudiantes. Este conocimiento nos permitirá comprender sus dificultades y con ello facilitar el aprendizaje (p.56).

Por lo tanto, en esta sección se mostrará el desarrollo histórico-epistemológico de la estequiometría, iniciando con el papel que está a tenido en la evolución y desarrollo de la química. Por consiguiente, se tiene que el estudio de la estequiometría generó una serie de investigaciones que permitieron resolver problemáticas que demandaban una explicación asertiva, como por ejemplo la utilización de una notación química adecuada, un conocimiento preciso de cómo se llevan a cabo las reacciones químicas que exigía a la vez el reconocimiento de la composición y estructura de las sustancias (Furio et al. 2003).

En cuanto a su importancia en la enseñanza de la química Furio et al. (2003), resalta el mérito que tiene la estequiometría sobre toda en los niveles básicos debido que este es uno de los temas tratados en los cursos introductorios de química; indicando que

este tema es fundamental para lograr entender otras áreas disciplinares de la química. Por lo tanto, es necesario que la estequiometría sea tratada como uno de los temas necesarios en la enseñanza de química, pero para lograr un buen aprendizaje en la enseñanza de la estequiometría son muchos los elementos que se deben indagar.

Es prudente mencionar también que el termino estequiometría proviene del griego *stoicheion* (elemento) y *metron* (medida), término que fue establecido por el matemático Jeremías Richter (1762 - 1807) para cuantificar las proporciones ponderales en las que se combinan los elementos o compuestos para formar nuevas sustancias, en términos de la masa (Salgado, Navarrete, Bustos, Sánchez y Ugarte, 2007).

En este sentido los químicos en su momento buscaban saber cuáles eran las proporciones en masa con los que se combinaban las sustancias para obtener otras sustancias diferentes, siguiendo el mismo principio que había utilizada la física en su recorrido para convertirse en una ciencia moderna, el cual fue la metamorfosis de las leyes de Kepler e interpretación por Newton dando como resultado la ley de la gravedad. Para el caso específico de la química se buscaba obtener, pesos de combinación o pesos de unión, de los elementos que conformaban los compuestos. Para representar estos elementos Richter utilizó símbolos alquímicos, en donde tomó las dos primeras letras del nombre (Furio et al. 2003), caso que en nuestro día aún se mantiene para algunos elementos con una normatividad diferente; como por ejemplo el aluminio cuyo símbolo es Al y el berilio que simboliza con Be.

Richter encontró una proporcionalidad directa por primera vez en reacciones de doble descomposición entre dos sales neutras, demostrando que las masas de los reactivos presentaban una proporción constante entre sí, al momento de formar los respectivos productos. Lo que le permitió establecer la ley de proporciones recíprocas en 1792 (Furio et al. 2003), enunciada de la siguiente manera: “Las masas de elementos diferentes que se combinan con una cantidad fija de un elemento de referencia, son las masas relativas de aquellos elementos cuando se combinan entre sí o bien múltiplos o submúltiplos de estas masas relativas” (Salgado et al. 2007, p.222). Es así como se fue construyendo el concepto de estequiometría, siempre con la intención de llevar la cuantificación en la combinación de sustancias químicas en términos de sus masas.



Más tarde Ernst Fisher en 1802 dijo que los resultados obtenidos por Richter se podían mostrar en tablas con el fin de presentar los pesos equivalentes de ácidos y bases, tomando como sustancia estándar el ácido sulfúrico en una relación de 1000 partes. Después Richter en 1803 hizo una nueva organización de esta tabulación hecha por Fisher en la que mostró una información más completa de los pesos equivalentes de diferentes ácidos y bases. En su estudio de los pesos equivalentes este matemático logró determinar el peso equivalente de 18 ácidos y 30 bases dentro de los cuales se encuentra el ácido fosfórico ( $P_2O_5$ ), cuyo peso equivalente fue de 979 (Furio et al. 2003).

Basado en estas relaciones equivalentes este matemático interesado en meter los cálculos en las combinaciones que se deban entre diferentes sustancias, a partir de la búsqueda de una proporcionalidad en los pesos de estas sustancias cuando se combinaban; “pudo iniciar la matematización de la química y llamo a esta nueva disciplina estequiometría” (Furio et al. 2003, p.59).

Esto dio paso a una serie de situaciones en las que estaban involucradas las proporciones en la unión química de dos o más sustancias en las que se obtiene la formación de nuevas sustancias; generando la formulación de diferentes leyes que hoy día se conocen como las leyes ponderales, dentro de las cuales encontramos la ley de las proporciones definidas de Proust, ley de las proporciones múltiples de Dalton y ley de la conservación de la masa de Lavoisier. Enunciadas a continuación:

- Ley de las proporciones definidas: Si dos o más elementos se combinan para formar un determinado compuesto lo hacen en una relación invariable de masa.
- Ley de las proporciones múltiples: Las cantidades de un mismo elemento que se combinan con una cantidad fija de otro elemento para formar en cada caso un compuesto distinto están en la relación de números enteros sencillos.
- Ley de la conservación de la masa: La masa de los cuerpos que reaccionan es igual a la masa de los productos de la reacción.

Estas leyes son fundamentales en el estudio de la estequiometría, ya que permiten establecer la relación de proporcionalidad en la que se combinan los elementos cuando ocurre una reacción química, y además explican cómo en una reacción química se debe

tener presente que la masa de los reactivos es igual a la masa de los productos, caso que se logra evidenciar mediante la representación de las reacciones químicas haciendo uso de las ecuaciones químicas.

Otro aspecto fundamental en el desarrollo de la estequiometría es el concepto de mol el cual ya existía mucho antes de que se acuñara el concepto de la estequiometría, y fue utilizado por primera vez por el fisicoquímico alemán Wilhem Ostwald, quien lo definió como “la masa en gramos de una sustancia numéricamente igual a su peso normal o peso molecular” (Furio et al. 2003, p.68). Ostwald hace uso del término ‘mol’ (masa grande) por ser opuesta a ‘molécula’ (masa pequeña), ya que quería imputarle el significado de unidad de masa específica a cada sustancia (concepto próximo al de peso equivalente) (Furio et al. 2003); permitiendo de esta manera grandes avances al momento de analizar las cantidades de sustancias de reactivos y productos involucrados en una reacción química.

#### **5.4 ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA ESTEQUIOMETRÍA**

La enseñanza de la estequiometría es uno de los temas que genera mayor inconveniente a los profesores en aula de clases de ciencias, debido a su alto nivel de abstracción, generando cierto rechazo por los estudiantes, indicando a su vez que ellos no van a tener un buen aprendizaje de este concepto. En este sentido las principales dificultades que presentan los estudiantes en el aprendizaje de la estequiometría según Raviolo y Lerzo (2016) son:

Confunden distintas cantidades químicas (moles, concentraciones, masas, volúmenes) que se ponen en juego en la resolución de problemas. No comprenden las fórmulas químicas en términos de partículas y el significado de los subíndices o de los coeficientes estequiométricos, aun cuando ajusta correctamente las ecuaciones químicas. No conservan la masa y los átomos en una reacción química, o presentan problemas con la conservación de los átomos y la no conservación de las moléculas en el cambio químico. Sostienen que el reactivo limitante es la sustancia que tiene el menor coeficiente estequiométrico en la ecuación química balanceada (p.196).

Del mismo modo Galagovsky y Giudice (2015), en cuanto al uso de los lenguajes químicos dicen que uno de los principales problemas en la enseñanza de la estequiometría es la poca comprensión que los profesores tienen acerca de la existencia de códigos y formatos sintácticos específicos para cada lenguaje en química, resultando en la construcción de discursos que generan obstáculos de aprendizaje en los estudiantes que se pueden evidenciar en las evaluaciones. Producto como se había dicho anteriormente de un discurso docente que presenta errores conceptuales. En este sentido estos autores proponen los siguientes códigos y formatos sintácticos para que el docente reflexione sobre los aspectos que debe tener claro en la enseñanza de la estequiometría, tablas 3 y 4 respectivamente:

**Tabla 5. Código sintáctico para el lenguaje de fórmulas químicas**

- 
- a.** Con letras se representa cada elemento químico; puede o no indicarse estado de oxidación.
  - b.** Los supraíndices con números y signos (más o menos), muestran estados de oxidación, carga eléctrica neta para un átomo o conjunto de átomos que forman iones.
  - c.** Los subíndices representan el número de átomos presentes de cada elemento químico.
  - d.** Paréntesis indican que el arreglo de átomos encerrados en él forman una especie química.
  - e.** Subíndices a la derecha abajo de un paréntesis indican el número de veces que un subgrupo químico está presente en la especie química total.
  - f.** Los coeficientes representan el número de veces que está presente una especie química en la ecuación balanceada final. Los coeficientes deben ser números enteros.
-

**Tabla 6. Formatos sintácticos para ecuaciones químicas**

- 
1. Un cambio químico implica reordenamientos en la combinación de elementos químicos, con o sin transferencia de electrones entre especies químicas reactivas; se identifica como reacción química.
  2. Una reacción química se escribe mediante una ecuación química balanceada.
  3. Los reactivos se escriben en la parte izquierda de la ecuación química balanceada y los productos en la parte derecha; una flecha hacia la derecha indica el proceso de reacción entre reactivos y productos.
  4. Para los cálculos estequiométricos la flecha significa reacción irreversible y total (reactivos se convierten en productos en un 100%).
  5. Dos flechas opuestas significan que la reacción llega a un equilibrio.
  6. La ecuación química balanceada no admite exceso de reactivos o de productos.
  7. Los cálculos estequiométricos pueden presentarse a nivel molecular o molar.
  8. En la ecuación química balanceada se conserva la masa: el número de veces en que se encuentra cada elemento químico como reactivo o producto, independientemente de su estado de agregación.
  9. Una ecuación química balanceada debe mostrar la mínima proporción de coeficientes que permitan conservar el número total de cada tipo de átomos involucrados en la reacción química.
  10. La masa total se conserva en recipientes cerrados donde ocurren reacciones químicas (ley de conservación de la masa, macroscópica).
- 

Cuando el docente hace su reflexión en cuanto a estos códigos y formatos para enseñar la estequiometría, clarifica los aspectos que debe tener en cuenta para realizar las explicaciones sin incurrir en errores conceptuales, si llegaran a existir; lo que a su vez posiblemente va a permitir que los educandos tenga un aprendizaje que les dé la oportunidad de responder a las exigencias de un pensamiento crítico en acompañamiento de otras variables que son de vital importancia en el desarrollo de este tipo de pensamiento, como es el caso de la argumentación en el aula de clase, categoría objeto de estudio en este trabajo de investigación.

## **6 OBJETIVOS**

### **6.1 GENERAL**

- Reconocer las implicaciones que tiene el desarrollo de la argumentación para favorecer el aprendizaje del concepto estequiometría en estudiantes de grado once.

### **6.2 ESPECÍFICOS**

- Identificar las ideas previas que tienen los estudiantes frente al concepto de estequiometría.
- Establecer el nivel argumentativo y la calidad de los argumentos iniciales de los estudiantes de grado once al concepto de estequiometría.
- Evaluar el desarrollo en el nivel argumentativo y la calidad de los argumentos de los estudiantes de grado once para favorecer el aprendizaje del concepto estequiometría, después de haber aplicada la unidad didáctica.

## 7 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se hace una descripción de la metodología mediante la cual se desarrolló este trabajo de investigación, figura 2.

**Figura 2. Metodología de la investigación**



### 7.1 TIPO DE ESTUDIO

Este trabajo se encuentra enmarcado dentro de una perspectiva cualitativa ya que pretende observar y comprender situaciones particulares de un grupo de individuos, en lo que tiene que ver con la calidad de los argumentos. En concordancia con Quecede y Castaño (2003), los cuales dicen que la investigación cualitativa “busca comprender los fenómenos sociales desde la propia perspectiva del actor. Pretende comprender en un nivel personal los motivos y creencias que están detrás de las acciones” (p.7).

Por otro lado, esta investigación tiene un carácter descriptivo con una perspectiva de estudio de caso, con el propósito de caracterizar los procesos y productos argumentativos y reconocer así las implicaciones del desarrollo de la argumentación

para el aprendizaje de la estequiometría en estudiantes de la media académica. Entonces este estudio es descriptivo porque la información recolectada se limita a la categoría de investigación sin tener en cuenta otros elementos o fenómenos que se puedan dar en el transcurso de la investigación. En tal sentido Cazau (2006) plantea que:

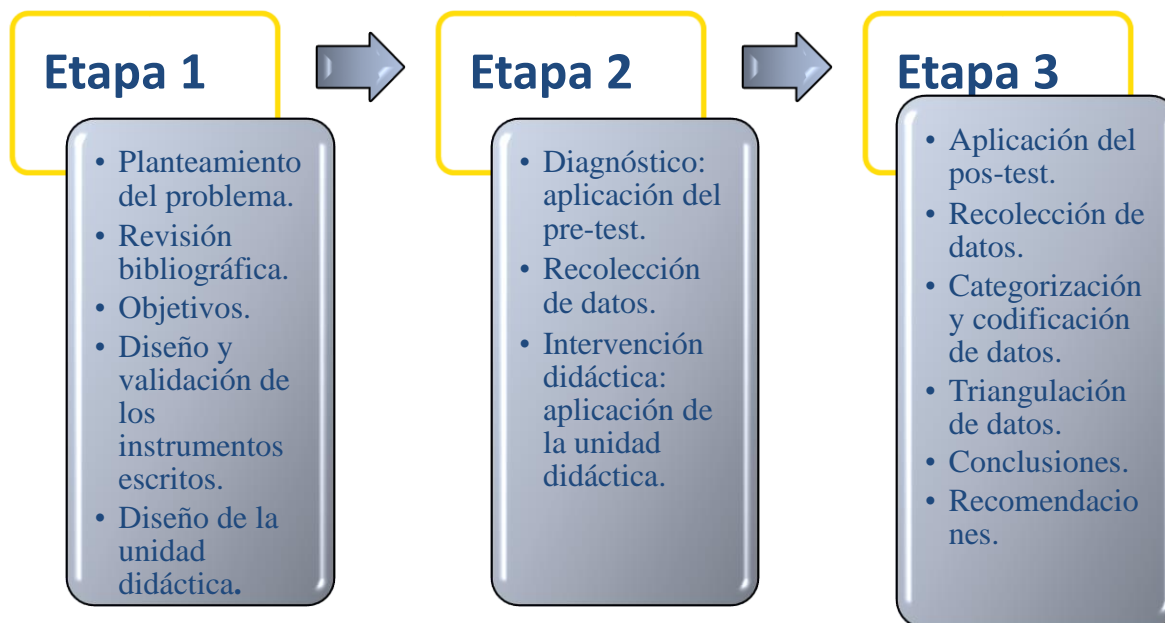
En un estudio descriptivo se seleccionan una serie de cuestiones, conceptos o variables y se mide cada una de ellas independientemente de las otras, con el fin, precisamente, de describirlas. Estos estudios buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno (p.27).

Del mismo modo Hernández, Fernández y Baptista (2010) dicen que las investigaciones de carácter descriptivo “únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas” (p.80).

## **7.2 DISEÑO**

El trabajo que se enmarca dentro de esta investigación cualitativa tiene un diseño desde el punto de vista de estudio de caso, ya que este se centra en la descripción de un suceso o fenómeno concreto con el fin de conseguir una mayor claridad. El cual incorpora las categorías, argumentación y estequiometría para favorecer el aprendizaje de los estudiantes; las cuales direccionaron los instrumentos para recolectar la información, el diseño y aplicación de la unidad didáctica. Por consiguiente, el desarrollo de este trabajo se dio en tres etapas, figura 2:

**Figura 3. Desarrollo metodológico de la investigación**



**Etapa 1:** en esta etapa, planteamos la problemática respecto al favorecimiento del aprendizaje de la estequiometría mediante el desarrollo de la argumentación.

Posteriormente, realizamos la revisión bibliográfica con el propósito de soportar nuestro trabajo de investigación a la luz de los diferentes autores propuestos en el marco teórico. En relación a estas teorías se diseñaron y validaron los instrumentos de lápiz y papel, correspondiente a la identificación de las ideas iniciales que tienen los estudiantes de la estequiometría y el reconocimiento de los niveles argumentativos y de la calidad de los argumentos antes de la intervención didáctica. También en esta etapa se construyó y validó la intervención didáctica, correspondiente a la unidad didáctica denominada, la argumentación en la estequiometría. Es de anotar que el diseño de la unidad didáctica fue hecho para propiciar el desarrollo de la argumentación, por lo tanto, las actividades de esta unidad están orientadas a las participaciones discursivas de los educandos ya sea de forma individual o en forma grupal con la orientación del docente.

La definición que se propone para el concepto de unidad didáctica en este trabajo es la de Tamayo et al. (2010), los cuales entienden, unidad didáctica como un proceso dúctil de planificación de la enseñanza de los contenidos relacionados con un área del saber específico, con el propósito de construir procesos de aprendizaje en una comunidad



determinada. Este proceso de planificación inicia con el pensamiento del maestro, determinado por su saber en el área del conocimiento objeto de la enseñanza, su experiencia en el aula de clase, las ideas iniciales de los estudiantes, las normativas institucionales y nacionales, los recursos disponibles para el desarrollo de la labor de enseñanza y aprendizaje, y la realización y evaluación de dicho proceso.

Para la elaboración de unidades didácticas, Orrego, Tamayo y Ruíz (2016), plantean que el docente debe hacer una planificación meticulosa de las actividades a realizar y además propender por su disposición a la reflexión y a la crítica constante de su práctica en el aula de clase. Estos autores proponen la integración de las siguientes dimensiones en la realización de dichas unidades: historia y epistemología del conocimiento específico, metacognición, emociones, aprendizaje, representaciones y relaciones ciencia, tecnología, sociedad, ambiente (CTSA).

Además, también proponen la estructura y finalidad de las unidades didácticas como una orientación para su realización; en este sentido, encontramos primero los modelos explicativos, cuyo fin es conocer los modelos explicativos de los estudiantes y los posibles obstáculos frente al aprendizaje; en segundo lugar está, introducción a la unidad, en la cual se encuentran dos aspectos fundamentales, el primero es un recorrido histórico-epistemológico del concepto enseñando, el segundo aspecto, una referencia de los modelos explicativos que se pueden identificar del concepto; de tercero están, actividades para intervenir los modelos explicativos, en las cuales proponen de manera integral una serie de acciones dirigidas a fortalecer conocimientos conceptuales, metacognitivos, argumentativos y motivacionales; por último se encuentra, actividades finales, donde se deben plantear tareas autoevaluativas, coevaluativas.

En tal sentido la unidad didáctica elaborada tiene cuatro momentos con algunas diferencias de acuerdo a lo pretendido con este trabajo de investigación:

En el primer momento (ideas previas), se encuentra el instrumento para reconocer las ideas previas de los estudiantes, el cual está diseñado de tal manera que las situaciones planteadas no indagan por el concepto directamente. El análisis de la información recogida a partir de este instrumento permite identificar las ideas previas y las posibles dificultades que tienen los estudiantes frente al aprendizaje de la estequiometría.

Para el segundo momento (introducción a la unidad didáctica), se muestra un recorrido histórico-epistemológico del concepto estequiometría, con el propósito de evidenciar como se ha construido y evolucionado este concepto en el devenir de las comunidades académicas. Ver anexo 1.

En el tercer momento (actividades de intervención) están las acciones orientadas a potenciar la argumentación en los estudiantes, por eso todas las actividades planteadas en su mayoría promueven el dialogo con el otro, como elemento esencial para fomentar esta habilidad de pensamiento.

Por último, en el cuarto momento (actividades finales), en concordancia con la estructura de unidad didáctica planteada por Orrego et al. (2016) Se proponen acciones autoevaluativas, coevaluativas, con el propósito de que los estudiantes reflexionen sobre su propio proceso de aprendizaje, que se involucren en procesos dialógicos de debate en los cuales planteen sus argumentos frente a las valoraciones emitidas en las construcciones de sus compañeros, y así darles protagonismo en la elaboración del conocimiento escolar en ciencias; potenciando de esta manera una comprensión más amplia sobre el concepto estudiado. Ver anexo 1

**Etapas 2:** en esta etapa se realizó la aplicación de la unidad didáctica partiendo de las ideas iniciales que los estudiantes tienen del concepto estequiometría, para luego desarrollar cuatro momentos encaminados a propiciar espacios que promovían el desarrollo de habilidad argumentativa en los estudiantes. Para la indagación de las ideas previas de los estudiantes respecto al concepto estequiometría se aplicó un instrumento escrito que consta de 4 situaciones (ver anexo 1), elaboradas con el propósito de categorizar las respuestas de los estudiantes.

El establecimiento de la estructura argumentativa inicial se hizo a partir de los niveles y la calidad de los argumentos, mediante la aplicación de un cuestionario de una situación problema de corte argumentativa (ver anexo 2), en la cual deben plantear las respectivas respuestas y explicaciones para cada pregunta; la categorización del nivel argumentativo y la calidad de los argumentos se determinaron a partir de los cinco niveles argumentativos propuestos por Tamayo (2011), y de los niveles de calidad de un argumento propuestos por Marín (2018), respectivamente; teniendo en cuenta los elementos que

componen un argumento según la perspectiva de Toulmin de acuerdo Sardá y Sanmartí (2000) y Posada (2015).

**Etapas 3:** ejecutada la unidad didáctica durante seis sesiones de tres horas cada una, nuevamente se aplicó el instrumento, diseñado para determinar el nivel argumentativo de los estudiantes y el nivel de calidad de los argumentos. Luego de tener estos dos insumos, inicial y final, se procedió a realizar el respectivo análisis de los datos recolectados de estos dos estados, con el objetivo de mirar si hubo avances en el nivel argumentativo y el nivel de calidad de los argumentos de los estudiantes y así poder construir las conclusiones respectivas basadas en los resultados obtenidos.

### **7.3 VALIDEZ DE LOS INSTRUMENTOS**

La validez hace referencia a la capacidad de un instrumento para medir de forma adecuada el rasgo para cuya medición ha sido diseñado. Es decir, que mida la característica o evento para el cual fue elaborado y no otra parecida. En palabras de Hernández et al. (2010) “la validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir” (p.201). Ahora, para determinar la validez de un instrumento se puede hacer utilizando diferentes criterios dentro de los cuales se encuentran la prueba piloto y la validez de contenido. “La prueba piloto es un procedimiento metodológico que involucra aplicar el instrumento a sujetos que comparten características con la población a estudiar” (Elgueta y Zamorano, 2014, p.111); con el propósito de elegir las preguntas más convenientes, de mirar si estas tienen un enunciado correcto y claro, y de identificar si los estudiantes tienen de algún modo rechazo o resistencia hacia la pregunta. Por otro lado, la validez de contenido:

Se refiere a si el cuestionario elaborado, y por tanto los ítems elegidos, son indicadores de lo que se pretende medir. Se trata de someter el cuestionario a la valoración de investigadores y expertos, que deben juzgar la capacidad de éste para evaluar todas las dimensiones que deseamos medir (Arriba, 2004, p.27).

En tal sentido los instrumentos elaborados para determinar las ideas iniciales y los niveles argumentativos de los estudiantes fueron sometidos a una prueba piloto y a una validez de contenido; la unidad didáctica solamente fue validada por el juicio de expertos.

Luego de esto se hicieron los respectivos ajustes a cada uno de los instrumentos, para así continuar con la aplicación y poder recoger la información necesaria para cumplir con los objetivos propuestos en este trabajo de investigación.

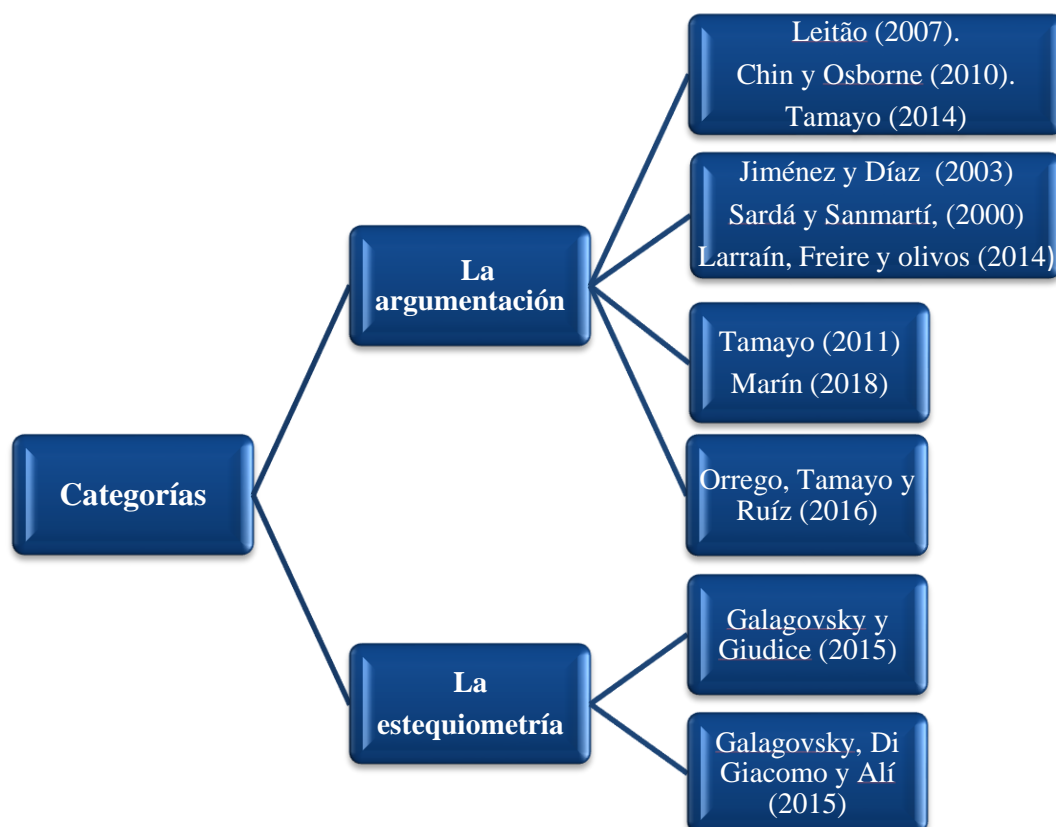
El análisis de las respuestas de los estudiantes del instrumento escrito aplicado antes y después de la intervención didáctica para determinar el nivel argumentativo y la calidad de los argumentos es validado utilizando la triangulación, la cual consiste en la reunión y cruce dialéctico de toda la información pertinente al objeto de estudio (Cisterna, 2005), obtenida a partir de un instrumento escrito como se había dicho anteriormente, en el cual se plantea una situación problema que les atañe a los estudiantes y que involucra una serie de preguntas que indagan por los elementos de un argumento según Toulmin.

#### **7.4 UNIDAD DE ANÁLISIS**

En la presente investigación la unidad de análisis son las implicaciones que pueden existir en el desarrollo de la argumentación para favorecer el aprendizaje del concepto estequiometría.

Lo cual nos lleva a definir dos categorías para este trabajo de investigación: la argumentación y la estequiometría, respectivamente, soportadas desde diferentes autores, tal como se ilustra a continuación, figura 4.

**Figura 4. Categorías definidas para el trabajo de investigación**



Entonces para el estudio de la argumentación se definió como subcategoría la estructura argumentativa, usando como indicadores los cinco niveles argumentativos de Tamayo (2011) y los tres niveles de calidad de los argumentos propuestos por Marín (2018). Expuestos en el marco teórico.

Por ultimo para la estequiometría se definieron cinco subcategorías tal como se exponen a continuación, tabla 7.

**Tabla 7. Categoría y subcategorías de estudio de las ideas previas**

<b>Categoría conceptual: estequiometría</b>		
<b>Nivel</b>	<b>Subcategorías</b>	<b>Descriptor</b>
Macro	Conservación de la masa	Comprende explicaciones que son extraídas directamente de los sentidos cuando se realizan experimentos y mediciones de una reacción.
	Lenguaje verbal	Refleja explicaciones ya sean orales o escritas de las situaciones reales de las reacciones químicas.
Simbólico	Lenguaje matemático	Comprende la aplicación de ecuaciones y procedimientos propios de la matemática con pasos algorítmicos que permitan dar solución a problemas estequiométricos.
	Lenguaje de fórmulas	Comprende explicaciones en las que una reacción química se describe mediante una ecuación química balanceada, en una proporción que conserve el número de átomos de cada tipo a ambos lados de la flecha.
Micro	Explicación de fenómenos (teoría corpuscular)	Enmarcada dentro de la explicación de fenómenos a partir de esquemas de partículas a nivel atómico-molecular.

Adaptado de: Galagovsky y Giudice, 2015. Galagovsky, Di Giacomo y Alí, 2015.

## 7.5 UNIDAD DE TRABAJO

El grado once de la Institución Educativa Rural el Totumo, ubicada en zona rural en el corregimiento el Totumo, perteneciente al municipio de Necoclí-Antioquia; tiene un total de 32 estudiantes de los cuales se tomó un grupo de estudiantes de 7 para realizar esta investigación, los cuales fueron seleccionados bajos los siguientes criterios: homogeneidad en la edad, participación en el cien por ciento de las actividades propuestas en la unidad didáctica, y rendimiento académico de acuerdo al sistema institucional de evaluación (SIE) el cual lo clasifica en superior, alto, medio y bajo; tomando estudiantes de cada desempeño.

## **7.6 PLAN DE ANÁLISIS DE LA INVESTIGACIÓN**

El análisis de datos cualitativos según Rodríguez (2003), “es el proceso mediante el cual se organiza y manipula la información recogida por los investigadores, para establecer relaciones, interpretar, extraer significados y sacar conclusiones” (p.2). Entonces el análisis de los datos nos da la oportunidad de organizar la información y detallar los elementos de la categoría estudiada, con el propósito de hacer una mejor descripción y comprensión, y por ende plantear discusiones con un grado de validez muy alto que acerquen una posible solución al problema planteado.

Partiendo del hecho de que los datos se recogen desordenados, es decir no se recolectan en forma estructurada, entonces el primer paso que se debe dar es organizarlos (Hernández et al. 2010). Por lo tanto, en el análisis de datos de este trabajo, lo primera que se hizo fue estructurar los datos, después de haber aplicado los instrumentos de recolección de datos en la etapa 1 y etapa 3, utilizando los niveles de argumentación propuestos por Tamayo (2011) y los niveles de la calidad argumentativo planteados por Marín (2018), respecto a la categoría principal y la subcategoría de investigación que son la argumentación y la estructura argumentativa, respectivamente. En cuanto a las ideas iniciales de los estudiantes que tienen del concepto estequiometría se echó mano de la información que contiene la tabla 7, sobre la categoría y subcategorías de estudio de las ideas previas de los estudiantes.

Seguidamente se realizó una revisión y transcripción del material escrito que se obtuvo con la aplicación del instrumento de recolección de argumentos antes y después de la intervención didáctica, dándole mayor importancia a aquellos eventos que involucran situaciones donde los estudiantes hacen uso de argumentos. Luego de esto los datos fueron leídos una y otra vez con el propósito de poder hacer una categorización y codificación para poder tener la información agrupada en concepciones, contenidos, sucesos o fases; lo cual se realizó a partir del análisis del contenido, finalmente se efectuó la triangulación de datos que es la que les da el respaldo a los resultados obtenidos (Matriz de análisis de la información, ver anexo 3).

## 8 RESULTADOS

Los resultados del presente trabajo que resultaron de un análisis cualitativo que partió de un método Clúster de investigación se muestran seguidamente, en cuanto al nivel argumentativo y nivel de calidad del argumento de los estudiantes antes y después de la aplicación de la unidad didáctica, es decir pre-test y pos-test, en términos de la frecuencia, el porcentaje para cada aspecto mencionado y la inclinación del nivel argumentativo, evidencian los cambios ocurridos en el argumento de dichos estudiantes; además se muestran los resultados hallados respecto a las ideas previas del concepto de estequiometría que presentaron los educandos.

Resaltando que la unidad de trabajo fue de 32 estudiantes de grado 11° de la Institución Educativa Rural el Totumo del Municipio de Necoclí perteneciente al Departamento de Antioquia, de los cuales se tomaron 7 de acuerdo a los criterios que se mencionaron en la unidad en la metodología.

### 8.1 RESULTADO: NIVEL ARGUMENTATIVO DE LOS ESTUDIANTES, PRE-TEST Y POS-TEST

**Tabla 8. Frecuencia del nivel argumentativo de los estudiantes antes de la intervención didáctica (pre-test)**

Estudiantes	NA 1	NA 2	NA 3	NA 4	NA 5
Est. 1IAJA	0	1	5	0	0
Est. 2IAES	4	1	1	0	0
Est. 3IANN	1	0	5	0	0
Est. 4IALJ	0	6	0	0	0
Est. 5IAPM	3	0	3	0	0
Est. 6IAWT	0	1	5	0	0
Est. 7IACH	2	0	4	0	0
Total	10	9	23	0	0
Porcentaje (%)	23,81	21,43	54,76	0,00	0,00



En esta tabla, (tabla 8), se muestran los resultados del nivel argumentativo de los estudiantes de forma individual que tenían antes de la intervención de la intervención didáctica, es decir, en palabras más precisas, el pre-test del nivel argumentativo de los siete estudiantes que fueron seleccionados de acuerdo a los criterios que fueron mencionados en la metodología (unidad de trabajo) para este estudio; donde se ve la frecuencia de los niveles argumentativos de cada estudiante. Entonces, para el estudiante 1IAJA, se encuentra que 5 argumentos están en el nivel 3 y 1 en el nivel 2; para el estudiante 2IAES, 4 argumentos en el nivel 1 y 1 argumento en el nivel 2 y 3 respectivamente; en lo concerniente a la estudiante 3IANN, 5 argumentos están ubicados en el nivel 3 y 1 en el nivel 1; respecto al estudiante 4IALJ, los 6 argumentos están ubicados dentro del nivel 3; relativo al estudiante 5IAPM, se tiene que 3 argumentos se ubican en los niveles 1 y 3 correspondientemente; en relación al estudiante 6IAWT, 5 argumentos se sitúan en el nivel 3 y 1 en el nivel 2; y por ultimo para el estudiante 7IACH, se acomodan 4 argumentos en el nivel 3 y 2 en el nivel 1.

**Tabla 9. Frecuencia del nivel argumentativo de la unidad de trabajo pre-test**

NA	Frecuencia	Porcentaje (%)
1	10	23.81
2	9	21.43
3	23	54.76
4	0.0	0.0
5	0.0	0.0

En lo referente a esta tabla, (tabla 9), se tiene la consolidación de los resultados individuales del nivel argumentativo inicial de los estudiantes, ya que en esta se exponen los datos de la unidad de trabajo pre-test. En tal sentido, se puede ver que 10 respuestas de los estudiantes se enmarcan dentro del nivel argumentativo 1, correspondiente a un 23,81%; 9 argumentos pertenecen al nivel 2, con un porcentaje del 21,43%; 23 argumentos ubicados en el nivel 3; y 0,00 argumentos situados en los niveles 4 y 5 respectivamente.

**Tabla 10. Frecuencia del nivel argumentativo de los estudiantes después de la intervención didáctica (pos-test)**

Estudiantes	NA 1	NA 2	NA 3	NA 4	NA 5
Est. 1IAJA	0	0	6	0	0
Est. 2IAES	0	0	3	3	0
Est. 3IANN	0	0	5	1	0
Est. 4IALJ	0	1	4	1	0
Est. 5IAPM	0	1	3	2	0
Est. 6IAWT	0	1	5	0	0
Est. 7IACH	0	0	5	1	0
Total	0	3	31	8	0
Porcentaje (%)	0,00	7,14	73,81	19,05	0,00

Para esta tabla, (tabla 10), se publican los resultados del nivel argumentativo de los estudiantes individualmente, encontrados después de la intervención que se realizó a partir de la aplicación de la unidad didáctica denominada *el argumento en la estequiometría*. En tal sentido en el pos-test se tiene que el estudiante 1IAJA, presenta 6 respuestas en el nivel argumentativo 3; para el estudiante 2IAES, se observa que tiene 3 argumentos situados en los niveles argumentativos 4 y 3, respectivamente; seguidamente se encuentra el estudiante 3IANN, con 5 argumentos en nivel 3 y 1 en el nivel 4; en relación al estudiante 4IALJ, 4 argumentos en el nivel 3 de argumentación, 1 argumento en el nivel 2 y 1 uno en el 4; respecto al estudiante 5IAPM, se pueden ver 3 argumentos en el nivel 3, 2 en el nivel 4 y uno en el nivel 2; de penúltimo se halla el estudiantes 6IAWT, con 5 argumentos en el nivel 3 y 1 argumento en el nivel 2; y finalmente se encuentra el estudiante 7IACH, con 5 argumentos en el nivel 3 y 1 en el nivel 4.

**Tabla 11. Frecuencia del nivel argumentativo de la unidad de trabajo pos-test**

NA	Frecuencia	Porcentaje (%)
1	0	0,00
2	3	7,14
3	31	73,81
4	8	19,05
5	0	0,00

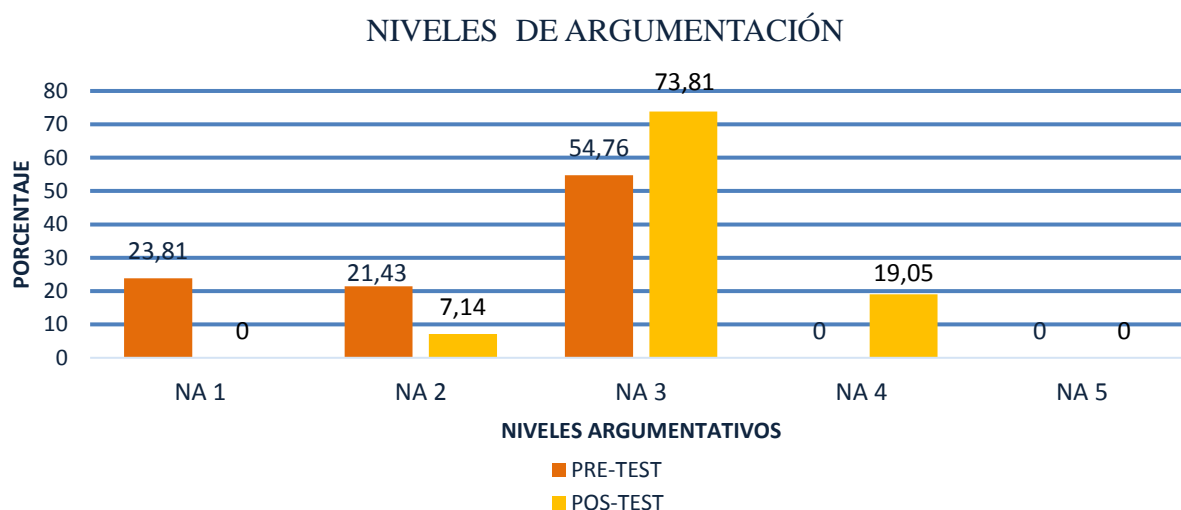
En la tabla mostrada arriba (tabla 11), se consolidan los resultados del nivel argumentativo de los educandos después de la intervención didáctica, es decir los resultados del pos-test, en términos de frecuencia y porcentaje de argumentos en cada nivel argumentativo de la unidad de trabajo. Por consiguiente, se puede observar que para este momento se tienen 0 (cero) argumentos en el nivel argumentativo 1, correspondiente al 0,00%; 3 respuestas o eventos en el nivel 2, con un porcentaje del 7,14%; 31 argumentos en el nivel 3, al cual le atañe un porcentaje del 73,81%; 8 argumentos en el nivel 4, correspondiente al 19,05%; y 0 (cero) argumentos en el nivel 5, por supuesto con un porcentaje del 0,00%.

En este momento es pertinente hacer una comparación entre el antes y el después de la intervención didáctica en relación con el nivel argumentativo de los estudiantes, con el objetivo de mostrar aspectos relevantes que se evidencian en los resultados; en este sentido, se tiene que el nivel argumentativo inicial (pre-test) de los estudiantes se sitúa con el más alto porcentaje en el nivel 3, lo mismo sucede con el nivel argumentativo final (pos-test) de los estudiantes, ya que en la frecuencia se ve que el mayor número de argumentos se encuentra ubicado en el nivel argumentativo 3 para ambos momentos en esta investigación.

También se evidencia un menor número de argumentos dispuestos en los niveles argumentativos 1 y 2 del pos-test, comparado con los argumentos situados en los niveles argumentativos 1 y 2 del pre-test, y un aumento en la cifra de argumentos en los niveles 3 y

4, lo que implica que los estudiantes lograron cierta refinación en los argumentos dados en sus respuestas. Tal como se muestra en la gráfica 1.

**Gráfica 1. Niveles argumentativos de las estudiantes, pre-test y pos-test**



**Tabla 12. Inclinación del nivel argumentativo de los educandos pre-test y pos-test**

Estudiantes	Pre-test	Pos-test
Est. 1IAJA	NA 3	NA 3
Est. 2IAES	NA 1	NA 3
Est. 3IANN	NA 3	NA 3
Est. 4IALJ	NA 2	NA 3
Est. 5IAPM	NA 1	NA 3
Est. 6IAWT	NA 3	NA 3
Est. 7IACH	NA 3	NA 3

Esta tabla (tabla 12), consolida la inclinación o tendencia del nivel argumentativo de los estudiantes para este trabajo de investigación, donde se percibe que 4 de los 7 estudiantes tomados para la unidad de trabajo, tienen una inclinación hacia el nivel argumentativo 3 en el pre-test, y para el pos-test los 7 estudiantes presentan una tendencia hacia el nivel argumentativo 3, dejando entrever que los 3 estudiantes dispuestos en los

niveles argumentativos 1 y 2 en el pre-test lograron plantear mejores argumentos, implicando que los educandos pasaron a tener argumentos en los que se identifica conclusión, datos y justificación, apoyando en cierta medida la implicación que se expuso en el anterior párrafo.

## 8.2 RESULTADO: CALIDAD DEL ARGUMENTO DE LOS ESTUDIANTES.

**Tabla 13. Frecuencia del nivel de calidad del argumento de los estudiantes antes de intervención didáctica (pre-test)**

Estudiantes	NCA 1	NCA 2	NCA 3
Est. 1IAJA	1	5	0
Est. 2IAES	5	1	0
Est. 3IANN	1	5	0
Est. 4IALJ	6		0
Est. 5IAPM	3	3	0
Est. 6IAWT	1	5	0
Est. 7IACH	2	4	0
Total	19	23	0
Porcentaje (%)	45,24	54,76	0,00

La tabla 13, muestra el nivel de calidad del argumento por estudiante al inicio de la intervención didáctica, en la cual se puede observar que el estudiante 1IAJA tiene 5 argumentos en el nivel de calidad 2 y 1 en el 1; el estudiante 2IAES, 5 argumentos en el nivel de calidad 1 y 1 en el 2; para el estudiante 3IANN, 5 argumentos en el nivel de calidad 2 y 1 en el 1; el estudiante 4IALJ presenta los 6 argumentos en el nivel de calidad 1; el estudiante 5IAPM, 3 argumentos en los niveles de calidad 1 y 2, respectivamente; el estudiante 6IAWT, presenta 5 argumentos en el nivel de calidad 2 y 1 en el nivel 1; y el último de los siete estudiantes el 7IACH, tiene 4 argumentos en el nivel 2 y 2 en el nivel 1.

**Tabla 14. Frecuencia del nivel de calidad del argumento de la unidad de trabajo pre-test**

NCA	Frecuencia	Porcentaje (%)
1	19	45,24
2	23	54,76
3	0	0,00

En la tabla 15 se sintetizan los resultados de del nivel de calidad del argumento de los estudiantes encontrado en el pre-test, tabla 13, en términos de la unidad de trabajo, donde se observa que cero argumentos se encuentran en el nivel de calidad 3, 19 eventos en el nivel de calidad 1, con un porcentaje del 45,24% y 23 en el nivel de calidad 2, correspondiente a un 54,76%.

**Tabla 15. Frecuencia del nivel de calidad del argumento de los estudiantes después de intervención didáctica (pos-test)**

Estudiantes	NCA 1	NCA 2	NCA 3
Est. 1IAJA	0	6	0
Est. 2IAES	0	2	4
Est. 3IANN	0	5	1
Est. 4IALJ	1	3	2
Est. 5IAPM	1	2	3
Est. 6IAWT	1	5	0
Est. 7IACH	0	4	2
Total	3	27	12
Porcentaje (%)	7,14	64,29	28,57

En relación con la tabla 14, se puede decir que en esta se exhibe el nivel de calidad del argumento de los estudiantes después de la aplicación de la unidad didáctica, donde se puede apreciar que para el estudiante 1IAJA se ubican los 6 hechos argumentativos en el nivel de calidad 2; para el estudiante 2IAES, 4 argumentos se sitúan en el nivel de calidad 3

y 2 en el nivel 2; para el estudiante 3IANN, 5 argumentos en el nivel de calidad 2 y 1 argumento en el nivel 1; para el estudiante 4IALJ se tiene 3 argumentos en el nivel de calidad 2, 2 argumentos en el nivel 3 y 1 argumento en el nivel 1; para el estudiante 5IAPM, se encuentran 3 argumentos en el nivel de calidad 3, 2 argumentos en el nivel 2 y 1 en el nivel 1; respecto al estudiante 6IAWT se tienen 5 argumentos en el nivel de calidad 2 y 1 argumento en el nivel 1; y en lo que corresponde al estudiante 7IACH se observa que tiene 4 argumentos en el nivel de calidad 2 y 2 argumentos en el nivel 3.

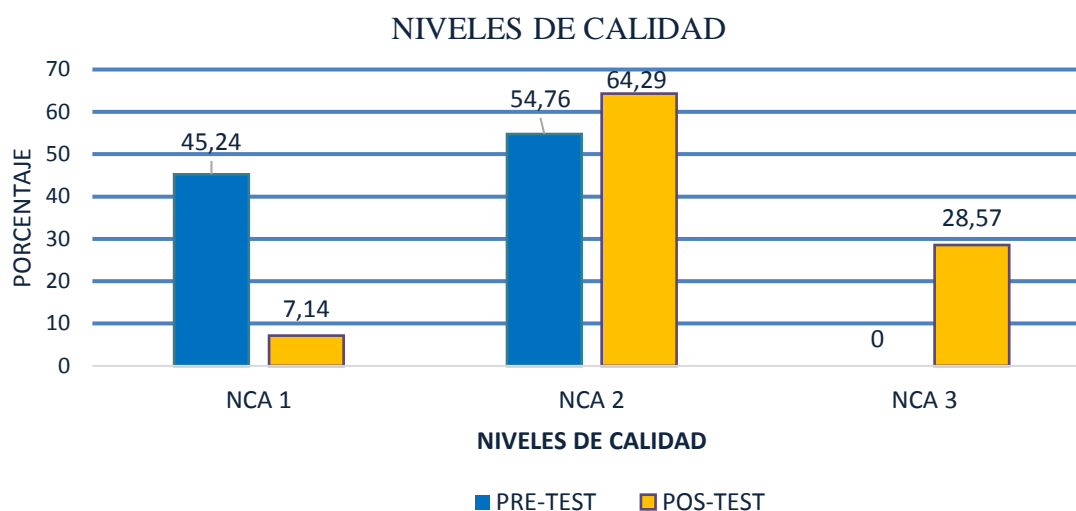
**Tabla 16. Frecuencia del nivel de calidad del argumento de la unidad de trabajo pos-test**

NCA	Frecuencia	Porcentaje (%)
1	3	7,15
2	27	64,29
3	12	28,57

En la tabla 16 se extractan los datos del nivel de calidad del argumento de los estudiantes como resultado de la unidad de trabajo del pos-test, en la cual se evidencia que 3 argumentos se ubican en el nivel de calidad 1, con un porcentaje asociado del 7,15%; que 27 eventos argumentativos se ubican en el nivel de calidad 2, correspondiente a un 64,29%; y 12 argumentos en el nivel de calidad 3, con un porcentaje del 28,57%.

Por otra parte, al hacer un paralelo entre las frecuencias del nivel de calidad del argumento encontrado en el pre-test, tabla 14, y el pos-test, tabla 16; se tiene que el porcentaje de argumentos en el nivel de calidad 1, paso del 45,24% al 7,15%; en cuenta al nivel de calidad 2, se tiene que paso del 54,76% al 64,29%; y por ultimo para el nivel de calidad argumentativo 3 se pasó de un 0% a un 28,57%. Evidencia concreta que los estudiantes después de la intervención didáctica en la cual se desarrollaron cuatro momentos para favorecer la argumentación en el aula de clases desde la estequiometría, al plantear sus respuestas proponen mejores argumentos. Como se evidencia en la gráfica 2.

**Gráfica 2. Niveles de calidad de los argumentos, pre-test y pos-test**



**Tabla 17. Inclinación del nivel de calidad del argumento de los educandos pre-test y pos-test**

Estudiantes	Pre-test	Pos-test
Est. 1IAJA	NCA 2	NCA 2
Est. 2IAES	NCA 1	NCA 3
Est. 3IANN	NCA 2	NCA 2
Est. 4IALJ	NCA 1	NCA 2
Est. 5IAPM	NCA 1	NCA 3
Est. 6IAWT	NCA 2	NCA 2
Est. 7IACH	NCA 2	NCA 2

En cuanto a la tabla 17, en ella se observa la inclinación del nivel de calidad del argumento de los estudiantes en la cual se puede ver que los estudiantes 2IAES y 5IAPM pasaron de un nivel de calidad NCA 1 a un nivel de calidad NCA 3; que el estudiante 4IALJ paso de un nivel de calidad NCA 1 a un nivel de calidad NCA 2; y que los demás estudiantes mantuvieron la tendencia en el nivel de calidad NCA 2. En este sentido se puede decir, específicamente, que 3 de los 7 estudiantes de la unidad de trabajo del grado 11° mejoraron su nivel de calidad en los argumentos; brindándole mayor fortalece a la



implicación que se había expuesto en cuanto que los estudiantes lograron plantear argumentos de mejor calidad posiblemente a la intervención didáctica que se aplicó en este trabajo de investigación.

### 8.3 RESULTADO: IDEAS PREVIAS DE LOS ESTUDIANTES FRENTE AL CONCEPTO DE ESTEQUIOMETRÍA

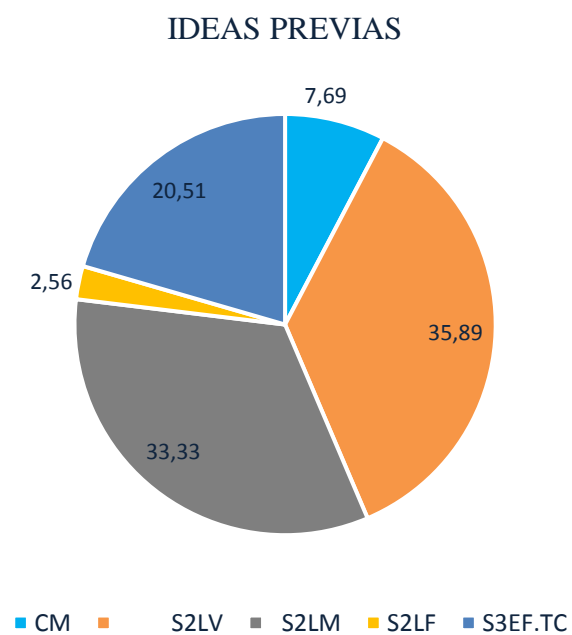
**Tabla 18. Frecuencia de las ideas previas de los estudiantes sobre el concepto de estequiometría**

Estudiantes	Subcategorías				
	CM	LV	LM	LF	EF.TC
Est. 1IAJA	1	3	2	0	2
Est. 2IAES	0	2	2	0	0
Est. 3IANN	1	3	2	1	2
Est. 4IALJ	0	3	3	0	2
Est. 5IAPM	1	1	1	0	1
Est. 6IAWT	0	1	2	0	1
Est. 7IACH	0	1	1	0	0
Total	3	14	13	1	8
(%)	7,69	35,89	33,33	2,56	20,51

*Donde CM: conservación de la masa; LV: lenguaje verbal; LM: lenguaje matemático; LF: lenguaje de fórmulas; EF.TC: explicación de fenómenos-teoría corpuscular de la materia.*

En la tabla 18, Se muestra que las ideas previas de los estudiantes están enfocadas en un lenguaje verbal intuitivo, basado en las creencias o vivencias con un porcentaje del 35,89%, correspondiente a 14 eventos de los expuestos por los estudiantes, también se observa que el lenguaje de fórmulas corresponde con un porcentaje del 2,56%, evidenciando que los estudiantes no utilizan este lenguaje en sus argumentos, ya que no representan una reacción química a partir de una ecuación química balanceada, en la que se deben tener en cuenta una serie de restricciones. Grafica 3.

**Gráfica 3. Ideas previas del concepto estequiometría en estudiantes de grado 11**



## **9 DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

La información recogida sobre el nivel argumentativo y la calidad del argumento de los estudiantes para este trabajo de investigación realizado en la Institución Educativa Rural el Totumo con alumnos de la media, fue analizada a partir de la técnica del análisis del contenido. La argumentación y la estructura argumentativa fueron tomadas para el análisis como categoría y subcategoría de estudio para este trabajo, respectivamente; utilizando como criterios los niveles argumentativos de Tamayo (2011) y la calidad del argumento de Marín (2018).

Es importante mencionar que se utilizaron marcadores discursivos para identificar los elementos que componen un argumento desde la perspectiva de Toulmin (2007), con el fin de identificar el nivel argumentativo y el nivel de calidad del argumento de los eventos planteados por los estudiantes; en este sentido se tiene que para cumplir con este objetivo a cada elemento que hace parte de un argumento se le asignó un color, es así que cuando el argumento es una simple descripción de las vivencias o creencias a este se le asigna el color rojo, a la conclusión se le encuentra con el color azul, a los datos con el verde, a la justificación con el color fucsia, al soporte teórico con el color púrpura, a los cualificadores con el marrón y el contraargumento con el anaranjado.

### **9.1 ANÁLISIS DE LA CATEGORÍA DE INVESTIGACIÓN: LA ARGUMENTACIÓN**

La argumentación como categoría central de estudio para este trabajo de investigación se enmarca desde la visión Jiménez y Díaz (2003), donde se considera la argumentación como una habilidad, tal como se había mencionado anteriormente en el marco teórico. Para el caso de la subcategoría de investigación se ha tomado la estructura argumentativa desde la perspectiva de los niveles argumentativo de Tamayo (2011) y desde el punto de vista de la calidad de los argumentos de Marín (2018), lo que ha permitido ubicar el nivel de los argumentos dados por los estudiantes y la calidad de los mismos, antes y después de la aplicación de la unidad didáctica.

### 9.1.1 Análisis De La Estructura Argumentativo: Niveles Argumentativos

A continuación se mostrará el análisis del nivel argumentativo de los eventos argumentativos de los estudiantes antes de la intervención didáctica, lo que corresponde al nivel argumentativo inicial de los estudiantes (NA pre-test), y es presentado para cada uno de los cinco niveles argumentativo que propone Tamayo (2011), con la salvedad que para este momento inicial no se encontraron argumentos en los niveles 4 y 5. También se expondrá el análisis del nivel argumentativo de los estudiantes después de la intervención didáctica, correspondiente al nivel argumentativo final de los estudiantes (NA pos-test) y los cambios que se han dado, del mismo modo que se hizo para NA pre-test.

### 9.1.2 Análisis Del Nivel Argumentativo Inicial (NA pre-test).

**Nivel argumentativo 1 (NA 1):** comprende argumentos que se limitan solo a repetir lo que sucedió en la experiencia y hace uso de verbos como observé, toqué, froté, sentí, sin hacer inferencias de los datos obtenidos, es decir no hay una conclusión, sino una descripción simple de vivencias o creencia. Para este nivel se encontraron 10 argumentos que cumplen en cierta medida con la descripción hecha anteriormente, tal como se muestra en los siguientes ejemplos:

2IAES.P3Pre-test: [...] el bicarbonato yo siempre he visto que sirve para dolor de Barriga cosas haci y el Bicarbonato para mi es caliente y si la gastritis es caliente no podemos acharle mas caliente devemos tomar algo fresco que refresque la acidez por eso desidi que el bicarbonato cojer no. porque yo nunca he visto que el bicarbonato sirva para la gastritis

2IAES.P5Pre-test: yo digo que actua como una pared protectora que al tomarla ayuda acubrir todos los lados del estomago y ba refrescando y la mylanta es un poco espesa y cubre muy bien y la persona se ba asentar mejor que como estaba antes de tomar la mylanta

5IAPM.P5Pre-test: Como primero la milanta llega al estomago de empieza a expandirse por todas las paredes del estomago de ahí empieza arrefrescar el estomago mas que todo las partes que estan mas afectadas que tengan mayor grado de peladuras

Entonces, como se puede observar en los argumentos 2IAES.P3Pre-test y 2IAES.P5Pre-test se evidencia una descripción simple de las vivencias; lo que se puede evidenciar en la respuesta del estudiante cuando expresa: *el bicarbonato yo siempre he visto que sirve para dolor de Barriga cosas haci y el Bicarbonato para mi es caliente y si la gastritis es caliente no podemos acharle mas caliente [...]*. Específicamente donde dice: yo siempre he visto [...], Para mi es caliente [...]; entonces podemos ver que la respuesta del estudiante está direccionada a una descripción de las vivencias o de las experiencias que él ha tenido en su entorno; pregunta que buscaba que el estudiante en su argumento diera una justificación.

Del mismo modo, el estudiante en 5IAPM.P5Pre-test, simplemente hace una descripción de lo que él cree de cómo actúa la MYLANTA, basado en las vivencias que ha tenido, que ha experimentado o que le han contado; en tal sentido el nivel argumentativo del estudiante es 1, lo cual se puede ver cuando él dice: [...] *empieza a expandirse por todas las paredes del estomago de ahi empieza arrefrescar el estomago [...]*. En tal sentido, se observa que le cuesta armar su argumento cuando se trata de una pregunta donde a él le toca utilizar el conocimiento científico específico y que sea acorde con lo que se pregunta. En razón de esto Simon, Erduran y Osborne (2002), plantean que el argumento en situaciones científicas es significativamente menor que en situaciones socio-científicas y por lo tanto dar un argumento en un contexto científico es más difícil y exigente para los alumnos.

Continuando con el análisis de NA 1, se puede decir los argumentos que se encuentran en este nivel argumentativo, corresponden aproximadamente a la cuarta parte de los eventos recogidos en el instrumento inicial de los niveles argumentativos, equivalente a un 23,81%; indicando en cierta medida, que, de cada 4 estudiantes, 1 propone argumentos que son solo una descripción de sus vivencias o creencias.

**Nivel argumentativo 2 (NA 2):** enmarca argumentos en los que se identifican los datos y una conclusión de forma clara; en este sentido se tienen 9 argumentos ubicados en este nivel, muestra de ello, son los ejemplos de ello los que se exponen a continuación:

1IAJA.P6Pre-test: **estoy de acuerdo [...]** todos nosotros digimos que la Mylanta actua de una forma rápida ó inmediata controlando así la acidez estomacal o el dolor de barriga.

**Estoy poco de acuerdo con los #ros 4 y 5 [...]** la mylanta no es simple, tiene poco sabor a dulce pero no es realmente simple.

4IALJ.P1Pre-test: **la MYLANTA es un antiacido, tiene una testura muy espeza y el sabor es del todo simple, lo que ayuda a esparcirse por las paredes estomacales regulando los niveles de acides.**

4IALJ.P5Pre-test: **como sabemos la MYLANTA contiene propiedades para contrarrestar la acidez estomacal, la MYLANTA actua en forma de moco se esparce por las paredes del estomago y sobre a acido estomacal, la MYLANTA es fresca, pegajosa y simple, las propiedades básicas y necesarias para disminuir la acidez.**

6IAWT.P2Pre-test: **estoy muy seguro de mi respuesta [...]** al comparar mi respuesta con la de mis compañero note que si se referia o trataba de explicar algo parecido a lo que quiero hacer referencia o mostrar

En 1IAJA.P6Pre-test y 6IAWT.P2Pre-test se puede apreciar que solo se presenta una comparación de los puntos de vista de las creencias y a partir de estas se toma la decisión de inclinarse por aquellos aspectos que potencian el punto de vista propio, sin validar que estos sean los más fuertes o pertinentes; dejando ver un vínculo emocional más que racional; caso en el que se detecta una dificultad que tienen los estudiantes, que es creer que aquello más relevante es aquello que está de acuerdo con el modelo individual y seleccionar incorrectamente las evidencias y no distinguirlas de las interpretaciones, algo encontrado, por ejemplo, en el estudio de Sardá y Sanmartí, (2000).

En relación con 4IALJ.P1Pre-test y 4IALJ.P5Pre-test, se identifican datos (verde), y conclusión (azul)), lo que supone que los estudiantes en este nivel, a partir de una situación pueden inferir unas evidencias que les permiten plantear una tesis, más no proponen una garantía que le reconozca cierta validez a la tesis propuesta en términos de modelos teóricos o de conceptos aprendidos, dejando entrever que en cierta medida los estudiantes no se interesan por justificar sus puntos de vistas desde las evidencias científicas; tal como lo

menciona Sardá y Sanmartí, (2000), al plantear que los estudiantes hacen uso de manera irrelevante de las teorías científicas en el planteamiento de argumentos.

Los argumentos que se encontraron en este nivel de argumentación, corresponde a un porcentaje del 21,43%, entonces, a partir de este resultado se puede inferir que existe un grupo de estudiantes relativamente considerable que propone argumentos débiles dado que la estructura de los argumentos solo evidencia la existencia de una conclusión y unos datos.

**Nivel argumentativo 3 (NA 3):** en este nivel se encuentran argumentos en los cuales se identifican datos, conclusión y además existe justificación de lo que se dice. Teniendo en cuenta estos criterios, los ejemplos que se muestran a continuación son evidencias de argumentos que pertenecen a este nivel de argumentación:

1IAJA.P3Pre-test: **porque al disolver la media cucharadita de bicarbonato en agua nos ba a dar soda, y la soda controla un poco de acidez estomacal, mas no es tan efectivo como la mylanta que actua de una forma inmediata, la soda controla pero no de una forma instantanea si no a paso lento.** Puedo decir el bicarbonato disuelto en agua controla poca acidez en nuestro estómago.

3IANN.P4Pre-test: **porque los argumentos de este estudiante fueron muy efectivos, yaque el dice que el bicarbonato de sodio puede aliviar la acidez y esto es muy cierto, entonces tanto su respuesta como la mía están bien planteadas.**

6IAWT.P3Pre-test: **Opino que no es una buena opcion, ya que si tenemos acidez y ardor al ingerir sodio que prácticamente es sal, Nos estaria produciendo mas daño y volvera nuestro estomago mucho mas sencible, sin embargo puede que alibie un poco el ardor o acidez momentáneamente pero no ayuda a sanar las partes afectadas y las cuales la gastritis.**

7IACH.P3Pre-test: **porque el bicarbonato de sodio podria disminuir la acidez un poco pero no cumpliria la misma funcion de la mylanta, por lo cual la mylanta daria un mejor tratamiento para disminuir acidez estomacal.**

En los argumentos 1IAJA.P3Pre-test y 6IAWT.P3Pre-test planteados dejan evidenciar con claridad una conclusión (azul), unos datos (verde) y una justificación (fucsia); también se ve un contraargumento (naranja), el cual se basa en las creencias que tienen los estudiantes y que posiblemente han construido de su entorno. Pero en el

argumento no se identifica un aspecto teórico y un cualificador que le de soporte a su punto de vista, lo que deja ver que no existe la estructura argumentativa que propone Tamayo (2011) para que pertenezca al nivel argumentativo 5, en el cual debe haber conclusión, datos, justificación, respaldo teórico, cualificador y contraargumento.

En las respuestas del estudiante se identifica una conclusión (azul), datos (verde) y una justificación (fucsia), lo que de acuerdo a la propuesta de los 5 niveles argumentativos de Tamayo (2011) corresponde al nivel argumentativo 3; con la salvedad que los argumentos están contruidos bajo las creencias de los estudiantes. Acorde con, Von Aufschnaiter, Erduran, Osborne y Simon, (2007), ya que estos exponen que los estudiantes en la proposición de argumentos inicialmente se refieren a aspectos que estaban relacionados con su contexto, como, por ejemplo, sus propias experiencias, las lecciones de otras ciencias o los medios de comunicación; es decir que el discurso argumentativo de los estudiantes está soportado por las experiencias o creencias que estos tienen.

En la tabla 9 se puede apreciar que el porcentaje de argumentos en este nivel corresponde al 54,76%, lo cual indica que la mayoría de los educandos se ubican en este nivel argumentativo, tendencia que se puede corroborar en la tabla 12, donde se puede observar que 4 de los 7 estudiantes se ubican en este nivel. Entonces podemos decir que aproximadamente la mitad de los estudiantes en sus argumentos es capaz de proponer conclusión datos y justificación; pero que esto no es garantía de que el argumento tenga cierto grado de sofisticación, desde el hecho, que la justificación debe relacionar en cierta medida la conclusión con los datos.

Para resumir, se puede decir que el nivel argumentativo inicial de los estudiantes tiene un inclinación o tendencia hacia el nivel 3 con un porcentaje del 54,76%, lo que implica en gran medida, que cerca de la mitad de los educandos en sus argumentos son capaces de proponer una conclusión, datos y justificación, pero que esto no es garantía que en los argumentos exista calidad; los restantes, que corresponden a la otra mitad de los estudiantes, proponen en la estructura de sus argumentos solamente una descripción de sus creencias o vivencias, o en el mejor de los casos una conclusión y unos datos. Para este punto es válido mencionar también, que los argumentos iniciales de los estudiantes están



relacionados con su contexto (von Aufschnaiter et al. 2007), apartados de las evidencias de modelos teóricos o de conceptos aprendidos.

### 9.1.3 Análisis Del Nivel Argumentativo Final (NA pos-test)

En este análisis se utilizan los mismos criterios que se tuvieron en cuenta en el análisis del nivel argumentativo inicial (NA pre-test), para ubicar los argumentos de los estudiantes en uno de los cinco niveles argumentativos; resaltando que para el nivel argumentativo cinco no se encontraron argumentos que cumplieran con los criterios que exige este nivel.

**Nivel argumentativo 1 (NA 1):** En este nivel argumentativo se observa que se pasó de tener un 23,81% de argumentos en el pre-test, tabla 9, a un 0% de argumentos en el pos-test, tabla 11, lo que permite asumir en cierta medida que la aplicación de la unidad didáctica entorno a la argumentación, permitió que los estudiantes desarrollaran cierto grado de sofisticación en el planteamiento de sus argumentos, ya que en ningún argumento de este momento final los estudiantes hacen solamente una descripción simple de sus experiencias o creencias, sino que mínimo en la elaboración de sus argumentos proponen con cierta certeza una conclusión y unos datos, pasando del nivel argumentativo 1 al 2. En relación con Tamayo (2011), dado que este argumenta en su investigación que pasar de estructuras argumentativas donde los educandos hacen descripciones simples de sus experiencias, a estructuras donde ellos plantean con cierta claridad unos datos, una conclusión o más, producto posiblemente del trabajo intencionado que se dio en el aula de clase en función desarrollar la argumentación.

**Nivel argumentativo 2 (NA 2):** en la tabla 11 se puede apreciar que la frecuencia de argumentos en este nivel es 3, correspondiente al 7,15%, lo cual representa un porcentaje de argumentos muy por debajo del nivel argumentativo inicial (NA pre-test), el cual de acuerdo a la tabla 9 se ubica en el 21,43%. En este sentido es evidente que en el 14,28% de los argumentos, los estudiantes lograron pasar de argumentos en los cuales plantean con cierta claridad unos datos y una conclusión a argumentos en los que proponen un grado de estructuración con más exigencia, permitiendo de esta manera tener argumentos en unos niveles argumentativos más refinados que requieren la incorporación

de más elementos en la estructura del argumento; es decir los estudiantes dejaron de utilizar prácticamente este nivel argumentativo para moverse a niveles argumentativos de mayor exigencia (Tamayo, 2011).

**Nivel argumentativo 3 (NA 3):** para este nivel se tiene un porcentaje del 73,81% de los eventos argumentativos elaborados por los estudiantes, en los que se analizan algunas situaciones que son relevantes para esta investigación. A continuación, se exponen ejemplos de estos argumentos acompañados de su respectiva discusión:

IIAJA.P2Pos-test: La razón por la cual escogi la ultima opción muy seguro, fue porque resolvi la respuesta de una manera segura y eficaz, por lo tanto al comparar mi respuesta con la de mi compañero me di cuenta que mi compañero respondió algo similar a lo que yo respondi, donde decia que al momento tomarse la mylanta crea paredes para contrarestar la ácidos.

IIAJA.P4Pos-test: Estoy de acuerdo con Nellys y Wilfer ya que ellos estan de acuerdo que le bicarbonato de sodio disolvido en agua alivia la ácidos estomacal, pero no es tan efectiva como lo es la mylanta. Al comparar el estudiante 3 y 6 me di cuenta que esta enlazada con mi respuesta; y los demas estudiantes no estoy de acuerdo con ellos

Al mirar el argumentos IIAJA.P2Pos-test se encuentra que existen cualificadores (marrón), permitiendo encontrar el grado de veracidad del argumento dado, pero basados en que su compañero tiene algo similar; del mismo modo se tiene que el argumento IIAJA.P4Pos-test, están basados en la afinidad de respuestas, por lo tanto se puede decir que los argumentos están muy ligado a la subjetividad, dado que no se hace una verificación del argumento desde un soporte teórico; dejando entre ver que el estudiante no tienen la capacidad para reconocer como argumentos las teorías científicas a la hora de validar críticamente la credibilidad de un argumento, tal como lo plantea Sanmartí et al. (2009).

Entonces, a pesar de que se trabajó en el aula el concepto de estequiometría durante el desarrollo de la unidad didáctica, se observa en los dos ejemplos, que el estudiante no lo usa al momento de validar su argumento; lo cual puede deberse a muchos factores, donde uno de ellos puede ser la dificultad que tienen los estudiantes para pasar de justificaciones

soportadas en conocimientos cotidianos a aquellas que involucren conocimientos soportados en las evidencias científicas, tal como lo menciona Sardá et al. (2000).

Otro factor, posiblemente puede ser la falta de interés que se presentó por parte de algunos estudiantes durante el transcurso de la aplicación de la unidad didáctica, ya que es necesario que para que ocurran avances en el argumento de los estudiantes, estos deben estar dispuestos emocionalmente para el aprendizaje; reflejado en el trabajo de Posada (2015), donde menciona que un factor a tener en cuenta es la motivación o disposición que los educandos tienen para dar un argumento, lo cual está influenciado por diferentes circunstancias dentro las cuales se encuentra las dos siguientes: primero, algunos estudiantes no ven el valor académico de argumentar; segundo, otros se oponen a los cambios conceptuales y generalmente no tienen en cuenta las diferentes visiones y solo apoyan la suya.

También, posiblemente puede deberse al tiempo de aplicación de la unidad didáctica, ya que esta se dio en un periodo de tiempo de dos meses aproximadamente, el cual se puede considerar que es muy corto para el desarrollo de habilidades que permitan discernir críticamente sobre la veracidad de un argumento desde el punto de vista de las evidencias científicas. En este sentido, citamos a Solbes et al. (2010), los cuales dicen que potenciar procesos que permitan promover la argumentación en el aula de clases, no es tarea de un día ni de un par de actividades, sino que requiere una planeación a largo plazo.

4IALJ.P1Pos-test: Si. **Por que la MYLANTA actua como una base en nuestro estomago y nos ayuda a calmar la acidez, ya que este reacciona en nuestro estomago con el acido y reduce la acides.**

4IALJ.P3Pos-test: **Por que el bicarbonato de sodio disuelto en agua es poco efectivo y no sería una buena opcion, ya que este siendo una mescla algo fuerte y amarga, lo que haria seria aumentar un poco mas la acidez.**

Respecto a los argumentos 4IALJ.P1Pos-test y 4IALJ.P3Pos-test, estos son ejemplos de ese porcentaje de argumentos en que los estudiantes lograron pasar de niveles argumentativos de menor estructuración (pre-test, nivel argumentativo 2) a un nivel que exige argumentos más refinados (nivel argumentativo 3); lo que indica que los estudiantes, después de haberse aplicado la unidad didáctica incluyen en el planteamiento de

argumentos una justificación que evidencia la intención en darle credibilidad a su argumento; ya que en el desarrollo de la unidad didáctica todas las actividades planteadas en su mayoría promueven el dialogo con el otro, como elemento esencial para fomentar la argumentación, específicamente en el momento 3 de la unidad didáctica, están acciones orientadas a potenciar la argumentación en los educandos, anexo 1.

En tal sentido, podemos decir que trabajar la argumentación en el aula de clases desde situaciones que les atañe a los estudiantes, genera en ellos argumentos mejor planteados a la hora de responder a una pregunta o situación en cuanto a su estructura, y más aún, promueve que los estudiantes apropien y entiendan con mayor facilidad los conceptos tratados en el aula de clases, como la estequiometría que fue el concepto tratado en la unidad didáctica diseñada para esta investigación, tal como se evidenció en la autoevaluación hecha al final de la unidad didáctica, momento 4, anexo 1; ejemplo de esto son los que se muestran a continuación:

#### 4LJ: Ejemplo 1

<p>El dióxido de carbono y el vapor de agua son gases del efecto invernadero; producidos por la combustión de los motores de los vehículos; ¿por qué crees es posible determinar la cantidad producida de estos gases?</p>
<p>Por que si se tendría el número de vehículos, la cantidad de combustible que gasta cada uno de ellos, realizaríamos una ecuación donde se relacionaría la gasolina que reaccionaría con el oxígeno y tendríamos en cuenta la conservación de la masa determinaríamos la cantidad de <math>CO_2</math> y vapor de agua producido</p>

## 2ES: Ejemplo 2

**El dióxido de carbono y el vapor de agua son gases del efecto invernadero; producidos por la combustión de los motores de los vehículos; ¿por qué crees es posible determinar la cantidad producida de estos gases?**

Por que sabemos que es lo que produce el dióxido de carbono, que es el carbono y el oxígeno y en la tabla periódica nos muestran el peso atómico de estos elementos, sabiendo el peso atómico de los reactivos podemos hacer una relación y determinar la masa del ( $\text{CO}_2$ ) por el método masa-masa y lo mismo se hace con el vapor de agua y con cualquier otro gas del efecto invernadero.

Entonces, en la imagen del primer ejemplo, como se puede ver, se propone una relación entre el número de vehículos y la cantidad de gasolina que consume cada uno, luego se propone el planteamiento de una ecuación para la reacción que se da entre la gasolina y el oxígeno, teniendo en cuenta la ley de la conservación de la masa al realizar la relación que permite determinar la cantidad de dióxido de carbono y de vapor de agua; evidenciando que el estudiante tiene en cuenta conceptos fundamentales de la estequiometría, como ecuación química, conservación de la masa y relaciones estequiométricas, al momento de plantear la solución de esta problemática que nos atañe a todos hoy día.

Para la imagen del segundo ejemplo, se expone en la respuesta la existencia de reactivos y productos cuando dice, *sabemos que es lo que produce el dióxido de carbono*, dejando entre ver que el estudiante tiene la idea de una ecuación química; además expone en su respuesta la relación entre la masa de los reactivos y los productos mediante el uso del método de cálculo masa-masa, para determinar la masa de dióxido de carbono y el vapor de agua producido. Como podemos ver en este ejemplo, se evidencia también el uso

de conceptos claves de la estequiometría como son: ecuación química, relaciones estequiométricas y métodos específicos de cálculos estequiométricos, a la hora de dar solución a esta situación. Entonces, en estos dos ejemplos se refleja que los educandos han logrado en cierta medida una comprensión de la estequiometría.

Lo cual en cierto modo está sustentado en Von Aufschnaiter et al. (2007) Porque ellos sugieren que la argumentación es útil para ayudar a los estudiantes a desarrollar una comprensión más segura; también expresan que la argumentación parece tener una función importante, dado que apoya la mejora en el pensamiento de los estudiantes, ya que la evidencia del discurso de los mismos, sugiere un desarrollo más rápido de ideas específicas; y que es este tipo de mejora la base de un mayor aprendizaje.

5IAPM.P1Pos-test: Si cumple la función porque una persona al tomarse una cucharada de mylanta, la mylanta llega a las paredes estomacales regan dose asi que la mylanta actua como una base reacciona con la acidez estomacal asi pudiendo contrarrestar la acidez estomacal y pudiéndola aliviar el estomago.

6IAWT.P1Pos-test: debido a que la mylanta tiene aminoácidos que al ingerirla, lo que pasa dentro del cuerpo es reaccionar de manera rapida y eficaz para contrarestar la acidez y inflamacion del estomago la mylanta esta compuesta por:

- Hidróxido de aluminio
- Hidróxido de magnesio

Son los mejores antiacidos que al usarlos juntos su reaccion es aliviar (la acidez o calor estomacal) podemos concluir que es muy eficaz debido a estudios y comentarios positivos acerca el producto.

7IACH.P1Pos-test: Porque la milanta contiene algunos componentes los cuales reducen la acides y desinflama el estomago tambien al reaccionar es mas eficiente y eficaz lo cual la mylanta contraresta lo fuerte que es la acidez. por lo tanto la mylanta es mas efectiva que otro medicamento.

Se puede decir que en los argumento 5IAPM.P1Pos-test, 6IAWT.P1Pos-test y 7IACH.P1Pos-test se evidencia la intención de utilizar los conceptos aprendidos acordes con lo que se pregunta, ya que se pregunta si las propiedades de la MYLANTA cumplen con la función de contrarrestar la acidez estomacal, y en la respuesta los estudiantes



proponen que esta contiene algunas sustancias (D), que *actúan como una base y reacciona con la acidez estomacal (J)*; partiendo del hecho que Galagovsky et al. (2015) plantea que uno de los conceptos principales en la comprensión de la estequiometría es el de reacción química. Lo que supone que hubo cierto progreso en el aprendizaje de los estudiantes respecto a la comprensión del concepto de estequiometría, dado que estos tratan de usarlo en la proposición de sus argumentos al responder a situaciones planteadas, describiendo en el argumento que la MYLANTA tiene componentes que reaccionan con la acidez del estómago contrarrestandola; dejando entre ver que una cantidad de MYLANTA reacciona con cierta cantidad de ácido del estómago, expresiones propias de la estequiometría.

Por último, en la tabla 12 se observa que la tendencia del nivel argumentativo en los argumentos planteados por los educandos está dada hacia el nivel 3, ya que, de los 7 estudiantes tomados para la unidad de trabajo, los 7 lograron proponer en gran medida argumentos en los que identifican con alguna claridad, datos, conclusión y justificación. Esta tendencia se ve reflejada también al comparar las Tablas 9 y 11, correspondientes al nivel argumentativo inicial y final, respectivamente; ya que para el nivel argumentativo inicial se encontró un 54,76% de los argumentos ubicados en este nivel, y para el final se halló un 73,81% de los argumentos. Lo que en cierto modo implica que un 19,05 % de los argumentos pasaron de ser simples descripciones a argumentos en los que existen con cierta claridad datos, conclusión y justificación; es decir, se pasó a argumentos con un mejor grado de estructuración.

**Nivel argumentativo 4 (NA 4):** aquí encontramos que en el discurso del individuo se deben reconocer unos datos, una conclusión, una justificación y un respaldo teórico o conceptual, tal como se muestra a continuación:

2IAES.P1Pos-test: *Porque cumple la función de una pared protectora haciendo capaz en el interior del estomago y como es espesa recubre todas las paredes del interior dándole mejoría ala persona que tiene gastritis por lo tanto la MYLANTA cumple la función de contrarrestar la acidez estomacal. ya que ocurre una reacción.*

2IAES.P5Pos-test: *actua como una base en el interior recubriendo capaz protectoras yaque es espesa y protege todo lo que esta mal y que esta cumple la funcion de combatir la*

acidez y ocurre una reacción en el interior por lo tanto le da mejoría a los que tienen gastritis por que la mylanta es fresca.

En relación a los ejemplos anteriores, encontramos que los argumentos 2IAES.P1Pos-test y 2IAES.P5Pos-test, el estudiante 2IAES plantea que para combatir la acidez, debe ocurrir una reacción al interior del estómago, y el concepto de reacción es propio de la comprensión del concepto estequiometría, tal como se dijo anteriormente; lo que sin duda hace hincapié al uso de un soporte teórico en el argumento; porque efectivamente la MYLANTA que es una base reacciona con el ácido que se produce en el estómago, produciendo una reacción de neutralización, donde reacciona cierta cantidad de sustancias, dependiendo de la sustancia que se encuentre en menor cantidad, formando las sales respectivas y agua, produciendo una mejoría en la acidez estomacal, lo que es válido desde las evidencias científicas; teniendo en cuenta que según Arrhenius una reacción de neutralización se presenta cuando cierta cantidad de un ácido reacciona con una cantidad igual de base para formar agua y la sal correspondiente con el tipo de ácido y base presentes en la reacción; aunque en cierta manera en el planteamiento de los argumentos se ve la utilización de un lenguaje en el que se mezclan aspectos tomados del texto, sus creencias formadas del diario vivir y el conocimiento científico adquirido en la escuela.

Lo que permite asumir que se presentó un progreso en el planteamiento de sus argumentos, debido que el estudiante en el pre-test solo hacía una simple descripción basado en sus creencias (nivel argumentativo 1) y en el pos-test pasó a identificar conclusión, datos, justificación y respaldo teórico; en esta medida tenemos que el 19,05 % de los argumentos de los estudiantes en su respuesta intentan dar un soporte desde las evidencias científicas o de los conceptos aprendidos en clase. Sin embargo, en los argumentos como tal, aunque se ve con claridad una conclusión, unas garantías y un soporte teórico, se puede decir que a pesar de existir un soporte teórico los argumentos no son fuertes; tal como lo expresa Tamayo (2011).

En síntesis, se tiene que los estudiantes en cierta medida en la mayoría de sus argumentos, luego de la aplicación de la unidad didáctica lograron identificar datos, proponer conclusión y justificación, e incluso en algunos eventos exponen soportes teóricos desde el concepto de la estequiometría, dejando ver que consiguieron identificar elementos



fundamentales que debe contener un argumento desde la parte estructural; lo que implica que con la intervención didáctica que se hizo, la cual tuvo cuatro momentos en los que se presentó un recorrido histórico-epistemológico de la estequiometría, unas acciones orientadas a promover la argumentación desde el planteamiento de situaciones que hacen parte del entorno de los estudiantes y una evaluación en la que se estimula la autoevaluación y la coevaluación; propició el desarrollo de la argumentación y estimulo el aprendizaje de la estequiometría en un porcentaje de estudiantes de grado 11° de la Institución Educativa Rural el Totumo perteneciente al municipio de Necoclí Antioquia, ubicada en una zona afectada por factores de violencia y priorizado por el estado en los acuerdo del posconflicto.

#### 9.1.4 Análisis De La Estructura Argumentativo: Calidad De Los Argumentos

El análisis de la calidad de los argumentos se hace a partir de los criterios de calidad de un argumento y de los niveles de calidad propuestos por Marín (2018), tablas 3 y 4, respectivamente; y para ello a continuación se presenta una discusión para cada uno de los niveles de calidad.

**Nivel de calidad 1 (NCA 1):** para este nivel de calidad se tienen argumentos en los cuales no hay justificaciones o las justificaciones y conclusiones no están relacionadas; o las justificaciones no son ciertas, por cual la conclusión no es cierta; las justificaciones no aportan para que las afirmaciones sean verdaderas o que tengan una alta probabilidad de ser ciertas; o el argumento, como un todo, no se ajusta y ni se adecua a las circunstancias en las que se pretende dar explicaciones o es aplicable (Marín, 2018). En tal sentido los eventos que exponen seguidamente son ejemplo de argumentos que se encontraron en este nivel:

6IAWT.P2Pos-test: **la razon fue que al ver la respuesta de mi compañero note que hacia referencia a lo que yo explica por lo tanto estoy seguro de mi respuesta.**

2IAES.P1Pre-test: **Si porque la gastritis es como si tuviera una peladura y sesiente calinte ycuando la persona se toma una cucharada de mylanta, entonces la mylanta todas las paredes refrescandolas porque la mylanta es fresca y la persona se ba a sentir mejor**

5IAPM.P5Pre-test: Como primero la milanta llega al estomago de empieza a expandirse por todas las paredes del estomago de ahi empieza arrefrescar el estomago mas quetodo las partes que estan mas afectadas que tengan mayor grado de peladuras

4IALJ.P3Pre-test: no seria para nada una buena opción, el bicarbonato de sodio es un tipo de sal que hal disolverse en agua esta forma un sabor amargo, lo que seria igual a la acides estomacal. no comple las funciones para contrarrestar la gastritis.

En los argumentos 2IAES.P1Pre-test y 5IAPM.P5Pre-test se encuentra la descripción de unos datos pero no existe una justificación, ni una conclusión; en tal sentido, solamente se evidencia una descripción simple de sus vivencias, lo cual está reflejado en el hecho de que los estudiantes plantean que *la gastritis es como si tu viera peladuras y se siente caliente [...], [...] la MYLANTA es fresca y la persona se va a sentir mejor*; para 6IAWT.P2Pos-test, 4IALJ.P3Pre-test, y 4IALJ.P3Pre-test se identifican con cierta claridad datos y conclusión, pero no existe una justificación.

En este sentido, Reigosa y Jiménez. (2000), plantean que en la cultura escolar no existe un hábito de justificar lo que se dice, hace o concluye; es decir no hay una costumbre de explicar para los demás, aspecto que es fundamental para la promoción del desarrollo de la argumentación en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

En este nivel de calidad se tiene un 45,24 % de argumentos que corresponden al pre-test y un 7,15 % al pos-test, implicando que el 38,09 % de los argumentos de los estudiantes luego de haber aplicado la unidad de didáctica fueron elaborados con una mejor estructuración, caso que se puede comprobar en la tabla 17 en la que se puede observar que 3 estudiantes tenían una tendencia hacia el NCA 1 en el pre-test y en el pos-test se ve que no existen estudiantes con esta tendencia. En este sentido se puede decir que los estudiantes pasaron a proponer argumentos más refinados en los que se evidencian como mínimo la existencia de una justificación relacionada con la conclusión de tal manera que si esta es cierta la conclusión tiene cierta probabilidad de ser cierta.

**Nivel de calidad 2 (NCA 2):** en este nivel de calidad las justificaciones y conclusiones están relacionadas de tal manera que si las justificaciones son ciertas, la conclusión tiene un buen grado de certeza; las justificaciones aportan para que las afirmaciones sean verdaderas o que tengan alguna probabilidad de ser ciertas, pero no se

refieren a modelo teórico o concepto aprendido, es decir hace uso de lenguaje cotidiano o creencias, o el argumento, como un todo, no se ajusta o adecua completamente a las circunstancias en las que se pretende dar explicaciones o es aplicable. Pero se evidencia el intento por dar una explicación (Marín, 2018). Ejemplo de este tipo de argumentos son los que se exponen a continuación:

1IAJA.P1Pos-test: *Por que al tomarse la mylanta y llegar al estomago crea una pared en el estomago para asi combatir la acidez, ya que la mylanta es un antiácido y la gastritis es un acido en el estomago, por lo tanto el antiácido mylanta es efectivo para combatir la gastritis ó la ácidos estomacal.*

3IANN.P3Pos-test: *Sí sería una buena opción porque bicarbonato de sodio al igual que la Mylanta es un antiacido, lo que significa que controla el ácido en el estómago, eliminando el problema de acidez estomacal por lo tanto sería una muy buena opción.*

1IAJA.P1Pre-test: *porque la milanta cumple la función de disminuir la acidez en nuestro estomago, por lo tanto si contrarresta la acidez estomacal. [...] ya que la milanta se puede decir que es un antiácido ó controlador la acidez en ocaciones como la acidez estomacal.*

3IANN.P3Pre-test: *Si porque el bicarbonato de sodio es un antiácido que sirve para aliviar la acidez estomacal, este disminuye los altos niveles de acidez.*

El bicarbonato de sodio puede ingerirse en caso de no obtener la mylanta para calmar temporalmente la acidez.

6IAWT.P1Pos-test: *Si. debido a que la mylanta tiene aminoácidos que al ingerirla, lo que pasa dentro del cuerpo es reaccionar de manera rapida y eficaz para contrarestar la acidez y inflamacion del estomago la mylanta esta compuesta por:*

- *Hidróxido de aluminio*
- *Hidróxido de magnesio*

*Son los mejores antiacidos que al usarlos juntos su reaccion es aliviar (la acidez o calor estomacal) podemos concluir que es muy eficaz debido a estudios y comentarios positivos acerca el producto.*

7IACH.P1Pos-test: Si. Porque la milanta contiene algunos componentes los cuales reducen la acidez y desinflama el estomago tambien al reaccionar es mas eficiente y eficaz lo cual la mylanta contraresta lo fuerte que es la acidez.  
por lo tanto la mylanta es mas efectiva que otro medicamento.

En los argumentos 1IAJA.P1Pos-test, 3IANN.P3Pos-test, 1IAJA.P1Pre-test y 3IANN.P3Pre-test, se identifica una conclusión, datos y justificación, pero de acuerdo a Tamayo (2011), esto no es garantía de contar con argumentos fuertes o de alta calidad en la explicación de un fenómeno. Entonces seguidamente, para mirar la calidad de los argumentos desde esta distinción, se hace teniendo en cuenta los criterios de calidad propuestos por Marín (2018). En relación con esta perspectiva tenemos que los argumentos se enmarcan desde el componente lógico, ya que estas preguntas exigen en su respuesta el planteamiento de argumentos en donde se proponga una justificación que tenga cierto validez que permita que la conclusión goce de cierta validez también, entonces respecto a la pregunta P1 que indaga sobre las propiedades de la MYLANTA que permiten contrarrestar la acidez, y a la pregunta P2 que busca saber si el bicarbonato de sodio es buena opción para reemplazar a la MYLANTA en el tratamiento de la acidez estomacal, en este sentido, en las respuestas proponen que la acidez es controlada (J), dado que las sustancias en mención se comportan como un antiácido (D), entonces podemos ver que la justificación se soporta en los datos, lo que le da algún grado de validez, confiriéndole algún grado de validez a la conclusión del mismo modo. Pero, teniendo en cuenta que los estudiantes se basan en el texto y en sus creencias formadas de su diario vivir desarraigadas de las evidencias científicas; en tal sentido Sardá et al. (2000), exponen que los educandos encuentran válidos los conocimientos que han ido alcanzando en la práctica de cada día, sean científicas o no, por consiguiente, considera la justificación admisible desde este enfoque.

En relación con la justificación para 6IAWT.P1Pos-test, se puede apreciar el concepto de aminoácidos y de reacción química, que de acuerdo al enfoque de la pregunta que está dirigida hacia el establecimiento de conclusiones a partir de evidencias soportados desde el concepto de estequiometría y todo lo que este encierra; no es coherente

completamente con lo que se pretende desde el punto de vista de las evidencias; dado que el concepto de aminoácidos hace relación a esas estructuras funcionales que conforman un tipo de biomoléculas denominadas proteínas, y la MYLANTA es una mezcla de hidróxido de aluminio e hidróxido de magnesio; dejando ver que existe cierta confusión al momento de proponer la reacción que se da entre esta y el ácido del estómago. Respecto a 7IACH.P1Pos-test, se percibe que el concepto de reacción que utiliza no se adecua de un todo a lo que se pretende con esta pregunta, porque lo está utilizando en el sentido de eficacia de la reacción, y esto en cierta medida, no es una respuesta adecuada a esta pregunta. En este sentido proponemos que los educandos tienden a incluir en su argumento ideas científicas que no tienen concordancia entre ellas, elaboradas con palabras de costumbre diaria, sin nociones que estructuren el argumento dado (Sardá et al. 2000).

Por otro lado, se puede decir que después de la intervención didáctica se observó que el nivel de calidad de los argumentos de los estudiantes ubicados en este nivel sigue siendo igual. En consecuencia, la falta de garantías basadas en la teoría, indica que los estudiantes podrían no saber lo suficiente sobre conceptos científicos relevantes para desplegarlos en sus argumentos (Von Aufschnaiter et al. 2007); más aún, específicamente cabe recalcar que este grupo de educandos no lograron un aprendizaje de la estequiometría que les permitiera de alguna manera incorporarlos en el argumento de sus respuestas.

En las tablas 14 y 16 se presenta los porcentajes de los argumentos correspondientes al pre-test y pos-test, con un valor del 54,76 % y 64,29 %, respectivamente; dejando ver que este nivel de calidad fue tendencia en los dos momentos, tal como se exhibe en la tabla 17. Lo que implica sin duda que la mayoría de los estudiantes al final de la aplicación de la unidad didáctica consiguieron plantear garantías que estaban relacionados con la premisa de tal manera que, si esta tiene algún grado de validez, también se lo va a conceder a la premisa; más, sin embargo, en el planteamiento de sus argumentos no lograron proponer de forma asertiva un respaldo teórico.

**Nivel de calidad 3 (NCA 3):** comprende aquellos argumentos en los que milita una relación entre las justificaciones y conclusiones de tal manera que si las justificaciones son ciertas, la conclusión tiene un alto grado de certeza; en los que las justificaciones que hacen

que las afirmaciones sean verdaderas o que tengan una alta probabilidad de ser ciertas, se refieren a soportes teóricos o conceptos aprendidos, haciendo uso correcto del lenguaje científico escolar; y por el ultimo el argumento, como un todo, se ajusta y adecua a las circunstancias en las que se pretende dar explicaciones o es aplicable (Marín, 2018). A continuación, se presentan algunos ejemplos que cumplen con estos criterios:

2IAES.P1Pos-test: Porque cumple la función de una pared protectora haciendo capaz en el interior del estomago y como es espesa recubre todas las paredes del interior dándole mejoría ala persona que tiene gastritis por lo tanto la MYLANTA cumple la función de contrarrestar la acidez estomacal. ya que ocurre una reacción.

2IAES.P5Pos-test: actua como una base en el interior recubriendo capaz protectoras yaque es espesa y protege todo lo que esta mal y que esta cumple la funcion de combatir la acidez y ocurre una reacción en el interior por lo tanto le da mejoría alos que tienen gastritis por que la mylanta es fresca.

4IALJ.P1Pos-test: Si. Por que la MYLANTA actua como una base en nuestro estomago y nos ayuda a calmar la acidez, ya que este reacciona en nuestro estomago con el acido y reduce la acides.

5IAPM.P1Pos-test: Si cumple la función porque una persona al tomarse una cucharada de mylanta, la mylanta llega a las paredes estomacales regan dose así que la mylanta actua como una base reacciona con la acidez estomacal asi pudiendo contrarrestar la acidez estomacal y pudiéndola aliviar el estomago.

Para 2IAES.P1Pos-test y 2IAES.P5Pos-test se identifican conclusión, justificación, datos y soporte teórico; lo que de acuerdo a los criterios para evaluar el nivel de calidad del argumento propuestos por Marín (2018); se adecua a los componentes teórico y pragmático. Al teórico porque las justificaciones que se utilizan para darle cierto grado de validez a la conclusión, evidencian el uso de conceptos aprendidos durante la aplicación de la unidad didáctica y en el transcurso de la escuela, tal es el caso de reacción química y de ácidos y bases, respectivamente y para el caso específico de reacción química que es propio

de la estequiometría, y al pragmático porque el argumento se adecua y ajusta a lo que se pretende en las preguntas 1 y 5.

Lo que evidencia el avance en la calidad de los argumentos después de la intervención didáctica para este estudiante, ya que pasó de simples descripciones como se mostró en los ejemplos en el nivel de calidad 1 a proponer argumentos en los que se identifica conclusión, datos, justificación y soporte teórico; revelando por ejemplo que actividades como las planteadas en el momento 3 de la intervención didáctica (unidad didáctica) que propenden por mejorar la argumentación y el aprendizaje, produjeron cierto cambio en las concepciones de un porcentaje de estudiantes, al punto de que algunos conceptos tratados durante la aplicación de la unidad didáctica los usaron para proponer argumentos de acuerdo a las exigencias del caso, tal como se evidencia en los ejemplos anteriores; aunque con cierta dificultad en el lenguaje utilizado, dado que el texto argumentativo en ciertas instancias refleja el uso inadecuado de conectores afectando en cierto modo la estructura del argumento (Sardá et al. 2000).

En cuanto a los argumentos 4IALJ.P1Pos-test y 5IAPM.P1Pos-test observamos que en ella se percibe la inclusión de un soporte teórico, ya que efectivamente lo que ocurre para la MYLANTA contrarrestar la acidez estomacal es una reacción entre sus componentes y el ácido generado en el estómago, donde la MYLANTA actúa como base para controlar el ácido que se produce en el estómago, tal como lo plantean los estudiantes en su argumento; derivado de lo anterior, podemos ver que los estudiantes para proporcionar la justificación recurren a los conocimientos aprendidos en la intervención didáctica del concepto estequiometría de forma adecuada, dado que la concepción de reacción química que usan es pertinente para responder a la exigencia que se propone en este escenario.

Mostrando el progreso en la calidad de los argumento, después de la aplicación de la unidad didáctica, dado que 5IAPM pasó de proponer una simple descripción en sus argumentos, como se mostró en los ejemplos del nivel de calidad 1 (pre-test) a plantear una justificación que esta soportada en conceptos aprendidos en la intervención didáctica (pos-

test); igualmente 4IALJ, pasó de respuestas en los que identifica una conclusión y unos datos, sin justificación a tener argumentos en los que propone una justificación basado en los conceptos aprendidos, resaltando en cierta medida la coherencia y pertinencia del argumento en ambos casos

Progresos o avances que se presentaron probablemente a la buena disposición y motivación que mantuvo este grupo de estudiantes durante toda la intervención didáctica, contrario a otros. Al respecto, Tamayo (2014) dice que la argumentación, como todo proceder del ser humano está ligada a las motivaciones y a los afectos, por eso conocer y regular nuestras expresiones de afectividad en el proceso de elaborar argumentos nos acerca, sin duda, a un mejor conocimiento de nuestra cognición y, de manera concreta, de los procesos afectivos implicados en el aprendizaje en dominios específicos del conocimiento.

Entonces se puede decir que la intervención didáctica que se realizó en los estudiantes de grado 11° para promover el desarrollo de la argumentación, fue de gran utilidad, ya que se logró tener argumentos mejor estructurados y por ende de mejor calidad, caso que se evidencia en las tablas 14 y 16 correspondientes al pre y pos-test de este trabajo de investigación, dado que en estas tablas se puede observar que se pasó de tener 0 % de argumentos a tener 28,57 % argumentos en el nivel de calidad 3, NCA 3; lo que es muy similar a lo obtenido por Marín (2018) el cual reporta un 1,8 % en el pre-test y un 23,2 % en el pos-test , ratificando en cierto sentido los resultados obtenidos en esta investigación.

Finalmente, podemos decir que se observó un cambio en el nivel argumentativo, el nivel de calidad de los argumentos, y una mejor comprensión del concepto estequiometría; en este sentido tenemos que el desarrollo de la argumentación para favorecer el aprendizaje del concepto estequiometría, implica que los estudiantes mejoren su nivel y calidad de argumentación, y que además obtengan una mejor comprensión del concepto estequiometría; observación que está acorde con lo encontrado por Tamayo (2011) y Von Aufschnaiter et al. (2007), ya que estos proponen que el trabajo de la argumentación en el aula de clase permite que los estudiantes planteen argumentos más estructurados y de mejor



calidad, originando un progreso en sus aprendizajes respecto al conocimiento científico escolar.

## 9.2 ANÁLISIS DE LAS IDEAS PREVIAS SOBRE ESTEQUIOMETRÍA

Para el análisis de las ideas previas se tuvo en cuenta la tabla 7, en la cual se relacionan la estequiometría como categoría central y cinco subcategorías que están enmarcadas dentro de los tres niveles de representación de la química que son el macro, simbólico y micro, respectivamente, de la cuales se hace una descripción a continuación, y además se hace una posible descripción del progreso en el aprendizaje de la estequiometría.

La primera subcategoría hace referencia a la ley de la conservación de la masa, extraída directamente de nuestros sentidos cuando se realizan experimentos y mediciones de una reacción; la segunda subcategoría contiene el lenguaje verbal reflejado en explicaciones ya sean orales o escritas de las situaciones reales de las reacciones químicas, la tercera subcategoría un lenguaje matemático donde se aplican ecuaciones y procedimientos propios de la matemática con pasos algorítmicos que permitan dar solución a problemas estequiométricos; la cuarta subcategoría un lenguaje de fórmulas en el que una reacción química se describe mediante una ecuación química balanceada, en una proporción que conserve el número de átomos de cada tipo a ambos lados de la flecha (Galagovsky et al. 2015) y (Galagovsky, Di Giacomo y Alí. 2015); y la quinta subcategoría está enmarcada dentro de la explicación de fenómenos a partir de esquemas de partículas a nivel atómico-molecular (Galagovsky, Rodríguez, Stamati y Morales, 2003).

**Análisis de la subcategoría, conservación de la masa:** para esta subcategoría que está relacionada directamente con la conservación de la masa, se encontró que 3 de los 7 estudiantes tomados para la unidad de trabajo tienen sus ideas previas ubicadas dentro de esta subcategoría, ejemplo de ello son las respuestas que se muestran a continuación:

1IIPJA.S1CM.SI: 380 g. Porque el recipiente *no pierde masa*. La ebullición no afecta a el recipiente, *no lo desgasta ni le aumenta masa* a el recipiente.

3IIPNN.S1CM.SI: La masa sería de 380g, porque si la solución se evapora toda entonces el recipiente queda *con la misma masa* que tenía antes de hacer las mezclas.

5IIPPM.S1CM.SI: sabiendo que el recipiente tiene 380 g el agua 200g y la sal 30 g, si el agua se evapora se pierden 200 g de agua *Entonces quedan 380 g del resipeinte y 30g de sal estos se suman y dan masa en gramos 410g*

Lo que corresponde a un porcentaje de 7,69%, evidenciando 92,31 por ciento de los estudiantes no tiene en cuenta la ley de la conservación de la masa a lo hora de explicar lo que sucedió con la masa del recipiente si la solución de agua y sal se sometía a ebullición completa, posiblemente a que ellos no han estado relacionados con este tipo de situaciones en su vida diaria, ya sea desde la escuela o desde situaciones que se presentan fuera de la escuela.

Este porcentaje de estudiantes que enmarcan sus ideas previas dentro de la ley de conservación de la masa, son muestra de ello porque en sus respuestas se ven con claridad palabras que se relacionan con esta ley, como por ejemplo: el estudiante 1IIPJA en su argumento expone que el recipiente no pierde masa, no lo desgasta ni le aumenta masa al recipiente; la estudiante 3IIPNN propone que el recipiente queda con la misma masa; y por último el estudiante 5IIPPM expone que la masa del recipiente es el resultado de sumar la masa del recipiente con la masa de sal que queda al evaporarse el agua. En tal sentido, son respuestas que resultan directamente de las observaciones que están haciendo los estudiantes de lo que está sucediendo en el fenómeno que están experimentado.

**Análisis de la subcategoría, lenguaje verbal:** Este lenguaje permite describir diversas reacciones iniciales y finales, relatando la presencia de reactivos y la existencia de reactivos en exceso. Incluso, en los enunciados de problemas estequiométricos este lenguaje permite hacer referencia a condiciones de reacción, impurezas, porcentajes de conversión de la reacción, entre otros. (Galagovsky et al. 2015). Entonces, teniendo en cuenta esta descripción para la determinación de las ideas previas de los estudiantes, se pudo establecer que 14 de los 21 eventos correspondientes a las respuestas de los estudiantes se encuentran ubicados en este lenguaje; cuyos ejemplos se muestran a continuación:

1IIPJA.S2LV.SIII: supongamos de *el cloruro de potasio en el recipiente está a 300 C°* por lo que al ingresar papel, *esta reacciona de una manera explosiva* y a la vez el cloruro de potasio se evapora. Al estar tan calentado, el trozo de papel arde de esta manera.

2IIPES.S2LV.SIII: por que *el clorato fue espuesto ala candela* hasta quese se volvió agua y podría estar hasta unas 200 grados muy muy caliente y *el papel hace uno reacción con el clorato* de potasio y desaparece inmediato , nose si me asagere enlos 200 g pero esto es lo que yo digo.

3IIPNN.S2LV.SIII: El papel arde Facilmente porque *al poner a calentar el cloruro de potasio este se descompone* y hace que el papel arda sin necesidad de llamas.

4IIP LJ.S2LV.SIII: Que *el clorato de potacio al calentarlo* para que cambie de estado, en este caso a estado liquido, se combierte en una sustancia inflamable, que al mezclarla con *el papel reacciona violentamente* y consume el papel casi al instante.

5IIPPM.S2LV.SIII: Se necesitan *Cloruto de potacio*, un tubo de ensayo, *un mechero y bolitas de papel*

6IIPWT.S2LV.SIII: tubo de ensayo, pinsas, *mechero, la sustancia de potacio, papel*

7IIPCH.S2LV.SIII: *echarle la sustancia* al tubo de ensayo, *calentarlo con el mechero* de bunsen, arrojarle *el papel* al tuvo de ensayo, entonces provocar una evaporisacion

Como se puede ver en las respuestas expuestas por los estudiantes 1IIPJA, 2IIPES, 3IIPNN y 4IIP LJ; estos describen que un factor para que se dé la reacción es el calentamiento que se le debe hacer al clorato de potasio, dejando entre ver que esta es una condición inicial para que la reacción tenga lugar, además también dentro de su explicación proponen que cuando el papel entra en contacto con el clorato caliente se produce una reacción. Evidenciando de esta manera explicaciones que son reales de la reacción que está ocurriendo en la situación planteada, pero su lenguaje está basado en su intuición de lo observado.

En relación con los estudiantes 5IIPPM, 6IIPWT y 7IIPCH, se puede observar que en las respuestas dadas, plantean tres aspectos relevantes para que la reacción se lleve a cabo, que son: que haya clorato de potasio, el papel y el mechero como fuente de calentamiento, entonces como se puede observar estos plantean la existencia de unas condiciones que garantizan que la experiencia se pueda ejecutar de forma positiva, pero al igual que los anteriores están basados en su intuición, más no en soportes teóricos propios de una reacción química.

En tal sentido se puede apreciar que a los estudiantes en cierta medida se les hace un poco más cómodo plantear explicaciones en cuanto a lo sucedido en una reacción química desde el establecimiento de condiciones que se pueden intuir de lo observado; lo cual se ve reflejado en que un 35,89% de los eventos propuestos para este lenguaje se ubicaron dentro de él; esta posible posición se asume dado que este porcentaje es el más alto dentro de los lenguajes planteados como subcategoría y también porque es el más alto dentro de las subcategoría propuestas para la identificación de las ideas previas de los estudiantes de grado 11°.

**Análisis de la subcategoría, lenguaje matemático:** en este lenguaje se aplican ecuaciones y procedimientos propios de la matemática que permitan dar solución a problemas estequiométricos, basados en esto tenemos los siguientes ejemplos:

1IIPJA.S2LM.SII: 20 automoviles debido a que 80 ruedas dividido en 4 llantas para una carroceria seria 20 y sobrarian 5 carroserias, en línea de montaje se armarian 20 carros y sobrarian 5 carroserias.

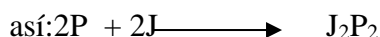
4IIP LJ.S2LM.SII: Multiplicacion, si 1 carroceria ocupa 4 ruedas entonces 10 carrocerias ocuparian 40 ruedas, al saber eso solo eso se duplicarian el numero de carrocerias para poder alcanzar el limite de ruedas que tiene la ensambladora. en formula:  $20 * 4 = 80$ , sobrarian 5 carrocerias por ruedas.

6IIPWT.S2LM.SII: 1 automovil= 1 carroceria – 4 ruedas.  $20 * 4 = 80$ . Se harian 20 automovil y las otras 5 carrocerias sobrarían

Lo cual corresponde con un porcentaje del 33,33%, indicando de esta manera que el 66,67% de los estudiantes tiene dificultades en el planteamiento de procedimientos y ecuaciones que hacen parte de las matemáticas, pero que son útiles en la proposición de soluciones a problemas que derivan de la estequiometría. En tal sentido se propone que dentro de la planeación de las clases que elaboran los docentes, debe plantearse la inclusión de situaciones que permitan superar esta dificultad; dado que si no es así muy posiblemente vamos a tener estudiantes sin interés en aprender este tipo de conceptos que son fundamentales en el aprendizaje de la química, ya que en cierta medida los estudiantes se motivan cuando logran entender un poco más los conceptos desarrollados en el aula de clases.

**Análisis de la subcategoría, lenguaje de fórmulas:** en este lenguaje de fórmulas donde una reacción química se representa mediante una ecuación química balanceada se encontró solo un evento de los planteados por los estudiantes, el cual se puede ver a continuación:

3IIPNN.S2LF.SIV: No sería la misma porque cambiaría la ecuación quedando



En esta situación se le propone al estudiante que si en la preparación del sándwich se usan dos jamones en vez de uno, la ecuación sería la misma; entonces como se puede ver en la respuesta el estudiante dice que no, y propone una ecuación en donde se puede observar que la cantidad de pan y jamón en los reactivos es igual a la cantidad que se encuentra en los productos, es decir la proporción de pan y jamón es igual a ambos lados de la flecha, por lo tanto se puede decir que la respuesta del estudiante es acorde con las exigencias de este tipo de lenguaje.

El porcentaje correspondiente a este lenguaje es del 2,56%, y es el porcentaje más bajo encontrado en la identificación de las ideas previas de los estudiantes de grado 11°, lo cual indica muy seguramente que los estudiantes tienen su más grande dificultad en la representación de una reacción química, mediante una ecuación química balanceada.

**Análisis de la subcategoría, explicación de fenómenos:** en esta subcategoría se encuentran aquellas respuestas en las cuales exista explicación de fenómenos desde la teoría corpuscular de la materia, teniendo en cuenta estas consideraciones se encontró que 8 de las 28 respuestas de los estudiantes, analizados, se encuentran en esta subcategoría, tal como se expone a continuación:

1IIPJA.S3EF.TC.SI: la sal del resipiente, simplemente *se disuelve* y se mezcla con el agua del resipiente.

3IIPNN.S3EF.TC.SI: la sal al ser mezclada con el agua y agitada, *esta se disuelve*.

4IIP LJ.S3EF.TC.SI: La sal se *disolbio* en el agua.

5IIPPM.S3EF.TC.SI: la sal del resipiente se mesclado con los 200g de Agua y por lo tanto *la sal ya no se puede ver en el agua*

6IIPWT.S3EF.TC.SI: lo que creo es que *las partículas de sal se disolvieron* volviéndose no visibles para nosotros.

Ahora al continuar con el análisis, citamos la real academia española (2019) para darle una definición a disolver, entonces disolver, significa separar las partículas de un sólido, un líquido o un gas en un líquido de forma que quede incorporado a él. Entonces se puede decir que los estudiantes en la explicación que dan de lo sucedido con la sal, se enfocan desde la teoría corpuscular de la materia, ya que esta hace referencia a la explicación de fenómenos mediante un esquema de partículas desde un mundo microscópico, dado que en su respuesta dejan ver la palabra disolver que está asociada con partículas desde el punto de vista de moléculas.

En cuanto al porcentaje hallado, se tiene que este es del 20,51%, lo cual significa que los estudiantes tienen graves dificultades a la hora de explicar fenómenos desde la teoría corpuscular de la materia, ya que el 79,49% de las respuestas escritas por los estudiantes no relaciona su explicación de alguna manera con partículas ya sean a nivel molecular o atómico.

En síntesis, las ideas previas de los estudiantes de grado 11° de la Institución Educativa Rural el Totumo nos permiten reconocer que los estudiantes presentan dificultad para reconocer la ley de la conservación de la masa a partir de las observaciones directas que estos hacen de experimentos para explicar lo que sucede con la masa de los elementos que hacen parte de la situación planteada, ya que más del 90% de los estudiantes no reconocen la conservación de la masa en la explicación de sus respuestas expuestas.

Del mismo modo se encontró que los estudiantes tiene dificultad para utilizar un lenguaje matemático, un lenguaje de fórmulas y para hacer explicación de fenómenos desde la teoría corpuscular de la materia, porque en más del 60% de las respuestas dadas por los educandos no se identifican aspectos que se enmarquen dentro de estas subcategoría, siendo el lenguaje de fórmulas el punto más crítico, dado que solamente 1 estudiante de los 7 de la unidad de trabajo, ubica su respuesta acorde con los aspectos que exige este lenguaje.

Por otro lado, en los siguientes ejemplos pertenecientes al instrumento de las ideas previas en el cual es de resaltar que las preguntas fueron diseñadas a partir de analogías para no preguntar directamente por el concepto, y la autoevaluación hecha al final de la unidad; se exponen algunos avances que lograron en el aprendizaje de la estequiometría los estudiantes, luego de la intervención de la unidad didáctica:

A la pregunta: Si en la preparación del sándwich se usan dos jamones, la ecuación sería la misma ¿sí o no? ¿Por qué? El estudiante 4IIP LJ (pre-test) respondió:

Si, se utilizaría la misma ecuacion que la de los panes [...] (C).

A la pregunta: ¿qué conceptos utilice? Para explicar la representación de una reacción química. El estudiante 4LJ en la autoevaluación (pos-test) respondió:

Utilice una *ecuación química* (C), la cual me permitió identificar si estaba *bien balanceada, que producía, sus coeficientes, subíndices y si cumplía con la ley de la conservación de la masa*(J) *propuesta por lavoiser* (D).

Como se puede observar el estudiante en su respuesta en el pre-test utiliza un lenguaje verbal, basados en su intuición y en sus creencias, en el que solo se identifica una

conclusión en su argumento; entonces, luego de la intervención didáctica, propone el planteamiento de ecuaciones químicas para representar una reacción química, en la que se debe tener en cuenta los coeficientes estequiométricos, los subíndices y el cumplimiento de la ley de conservación de la masa, indicando que existen ciertos criterios que se deben tener en cuenta a la hora de proponer una ecuación química para representar una reacción. Aspectos que están enmarcado dentro del aprendizaje del concepto estequiometría, evidenciando de esta manera que la enseñanza de códigos y formatos sintácticos (Galagovsky et al. 2015) en el momento 3 de la intervención didáctica, desde el favorecimiento de la argumentación; logró un impacto positivo en el aprendizaje de la estequiometría, dado que se integró en el planteamiento del argumento un lenguaje verbal propio de la estequiometría.

A la pregunta: Si en la preparación del sándwich se usan dos jamones, la ecuación sería la misma ¿sí o no? ¿Por qué? El estudiante 2IIPES (pre-test) respondió:

La ecuación no daría lo mismo (C) porque los resultados serían diferentes (J).

A la pregunta: para que se cumpla la ley de la conservación de la masa en una ecuación química, ¿qué crees que se debe suceder? El estudiante 2ES en la autoevaluación (pos-test) respondió:

que en los *productos* este la *misma cantidad* de *átomos* que los *reactivos* (C), *por lo que lo que este al principio debe estar al final si no lo está entonces esta ecuación se debe balancear bien tanto en los reactivos como en los productos (J), y esto lo hacemos teniendo en cuenta los coeficientes y los subíndices (D).*

Aquí el estudiante en el pre-test propone un argumento basado en un lenguaje verbal intuitivo desde sus creencias, lo que se puede inferir de su respuesta, cuando dice: *que no daría lo mismo y que los resultados serían diferentes*, ya que está asumiendo que si en la ecuación cambia algo, también los resultados deberían cambiar, caso que necesariamente no debe ser así, porque se debe tener en cuenta el fundamento teórico. Posterior a la intervención didáctica en el pos-test, plantea un argumento en el que la ecuación debe tener



la misma cantidad de átomos tanto en los reactivos como en los productos, es decir que la ecuación debe estar balanceada, teniendo en cuenta los coeficientes y subíndices en reactivos y productos.

Aspectos que evidencian que los estudiantes tienen en cuenta ciertas consideraciones para hacer que se cumpla la conservación de la masa en una ecuación química, y que hacen parte también de un lenguaje de fórmulas; apoyando de esta manera la consideración mencionada anteriormente, sobre el impacto positivo en el aprendizaje de la estequiometría.

A la pregunta: ¿qué conceptos utilice? Para explicar los cálculos hechos en la ecuación química. Los estudiantes respondieron:

**Ejemplo 6:** utilizamos *calculos mol-mol, mol-gramo, gramos-mol* donde la *ecuación la ecuación siempre debio estar bien balanceada.*

**Ejemplo 7:** utilice los conceptos de *ecuación balanceada, calculo masa masa, mol masa o mol mol* y de esta manera podemos realizar un buen cálculo.

En la respuesta de los estudiantes se observa la utilización de conceptos que se relacionan con el uso de un lenguaje verbal que en cierto modo está relacionado con un lenguaje matemático, tal es el caso cálculo mol-mol, mol-masa y masa-masa, porque en ellos necesariamente se deben plantear ecuaciones matemáticas para obtener la cantidad de sustancia que se forma en los productos o para determinar la cantidad de reactivo que reacciona, vislumbrado que los estudiantes han logrado en cierta medida ser conscientes del uso adecuado de fórmulas matemáticas en la determinación de las cantidades de sustancias que reaccionan o se producen en una reacción a partir de la ecuación química balanceado de dicha reacción.

En tal sentido, se evidencia que mediante la intervención que se hizo en la unidad didáctica en la cual se utilizaron una serie de videos con la respectiva explicación del docente sobre cálculos químicos, y el planteamiento de situaciones sobre cálculos estequiométricos del entorno de los estudiantes, que ellos debían resolver, para luego

enfrentar y defender sus puntos de vista, se legro en cierta medida mejorar el uso del lenguaje verbal y matemático.

Finalmente podemos decir que las ideas previas de los estudiantes sufrieron modificaciones o mejoras, ya que en el pre-test se encontró que los estudiantes incorporaban en sus respuesta el lenguaje verbal basado en su intuición, y al final de la intervención didáctica hacen uso en dicho lenguaje de términos más acordes con el concepto de estequiometría; en tal sentido Von Aufschnaiter et al. (2007), en su investigación encontraron que trabajar la argumentación intencionalmente en el aula de clase permite que los estudiantes progresen en su aprendizaje y mejoren su comprensión caso que se evidencio en los avances que encontraron en el planteamiento de las ideas de los educandos. También se observó un cambio en el nivel argumentativo, el nivel de calidad de los argumentos, y una mejor comprensión del concepto estequiometría; en este sentido se puede decir que el desarrollo de la argumentación para favorecer el aprendizaje del concepto estequiometría, implica que los estudiantes mejoren su nivel y calidad de argumentación, y además una comprensión del concepto estequiometría (Tamayo, 2011 y Von Aufschnaiter, 2007).

## 10 CONCLUSIONES

Este trabajo de investigación con base en los resultados y el análisis de resultados expuestos anteriormente, sobre los niveles argumentativos, los niveles de calidad en los argumentos y las ideas previas de los estudiantes de grado 11° de la Institución Educativa Rural el Totumo y teniendo en cuenta los objetivos propuestos, nos permite llegar a las conclusiones que se plantean a continuación:

Primera, el instrumento de ideas previas permitió categorizar las ideas previas que tienen los estudiantes sobre el concepto de estequiometría, las cuales presentaron una tendencia hacia un lenguaje verbal propio de sus creencias; también se logró identificar que los escolares tienen gran dificultad con el uso del lenguaje de fórmulas.

Segunda, El nivel argumentativo y el nivel de calidad de los argumentos inicialmente, presentaron cierta tendencia hacia el nivel 3 y 2, respectivamente, indicando que un poco más de la mitad de los educandos en sus argumentos son capaces de proponer una conclusión, datos y justificación; y que la justificación tiene cierto grado de validez, el resto proponen en la estructura de sus argumentos solamente una descripción de sus creencias o vivencias o en el mejor de los casos una conclusión y unos datos.

Tercera, luego de la aplicación de la unidad didáctica denominada la argumentación en la estequiometría, se evidenció en los escolares cierto cambio en los niveles argumentativos y en el nivel de calidad de los argumentos de los estudiantes; ya que se pasó de tener argumentos que son una simple descripción, a niveles argumentativos y de calidad más avanzados en el que los argumentos alcanzaron un grado de refinación en su estructura y en su funcionalidad.

Cuarta, el desarrollo de la argumentación para favorecer el aprendizaje del concepto estequiometría, implica cambios en el nivel argumentativo y la calidad de los argumentos, y además permite también un mejor uso y comprensión del concepto estequiometria en el aprendizaje de los estudiantes de grado 11, al momento de intentar responder a situaciones propias del concepto.

## 11 RECOMENDACIONES

Es importante tener en cuenta para futuros trabajos investigativos la utilización de distintas estrategias para el estudio de la argumentación en el aprendizaje de la estequiometría, tales como la grabación de videos o audios de diferentes escenarios donde los estudiantes puedan exponer sus argumentos, ya que el uso de una sola estrategia probablemente hace que el estudio se vuelva sensible a tomar orientaciones que lo alejen del objetivo perseguido y a presentar fallas metodológicas que pueden ser propias de cada estrategia.

Tamayo (2011), propone que cuando un educando identifica sus fortalezas y debilidades al participar en entornos argumentativos y, a su vez, tiene la capacidad para hacer seguimiento, evaluar y regular sus desempeños, entonces posee conciencia acerca de sus capacidades argumentativas. En este sentido se propone para próximas investigaciones, que la intervención didáctica incluya el componente metacognitivo como uno de los ejes fundamentales para lograr un mejor proceso argumentativo, y en tal sentido aprendizajes más afianzados.

Una dificultad que se presentó en distintas ocasiones en el análisis de los datos recolectados, fue la identificación en los argumentos planteados por los estudiantes de los elementos que hacen parte de este, como por ejemplo datos, justificación y respaldo teórico, dado que los estudiantes hacen poco uso de conectores en el planteamiento de sus argumentos. Por lo tanto se recomienda para posteriores trabajos, que el análisis se haga a la luz de diferentes referentes teóricos en la argumentación.

La estequiometría es un concepto bastante abstracto, por lo cual les causa mucha dificultad a los estudiantes en su aprendizaje, llevándolos hasta el punto de sentir cierta fobia por este tipo de conceptos, o hasta por el aprendizaje de la misma química, provocado en algunos casos posiblemente por la falta de conocimiento del docente referente a como se debe enseñar este tipo de conceptos en un entorno determinado. Para el caso de esta investigación se evidencio que los educandos lograron un mejor aprendizaje, ya que en las distintas actividades propuestas en la unidad didáctica lograron una buena solución de

estas; por lo tanto se invita a continuar investigando sobre el desarrollo de la argumentación en la estequiometría, pero desde los modelos mentales de los estudiantes en el aprendizaje de la estequiometría, para tratar de saber cómo aprenden los estudiantes estequiometría desde el desarrollo de la argumentación.

## 12 REFERENCIAS

- Acosta, D., y Vasco, C. (2013). *Habilidades, competencias y experticias: más allá del saber qué y el saber cómo*. Bogotá D. C. Colombia. Centro de Publicaciones Académicas Corporación Universitaria Unitec.
- Arriba, M. (2004). Diseño y validación de cuestionarios. *Matronas Profesión*, 5(17), 23-29.
- Cano, M. (2010). *Argumentació i construcció del coneixement: estratègies argumentatives dels estudiants universitaris en situació de debat* (Tesis de doctorado). Universidad Ramon Llull. Barcelona.
- Cazau, P. (2006). *Introducción a la investigación en ciencias sociales*. Buenos Aires, Argentina.
- Chin, C., y Osborne, J. (2010). Supporting Argumentation Through Students' Questions: Case Studies in Science Classrooms. *The Journal of the Learning Sciences*, 19, 230–284. DOI: 10.1080/10508400903530036
- Cisterna, F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación. *Theoria*, 14(1), 61-71.
- De la Chaussée, M. (2009). Las estrategias argumentativas en la enseñanza y el aprendizaje de la química. *Educación química*, 20(2), 143-155.
- Elgueta, M., y Zamorano, F. (2014). *Revista pedagogía universitaria y didáctica del derecho*. 1(2), 105 – 120.
- Erduran, S. y Jiménez-Aleixandre, M. (eds.). (2007). *Argumentation in Science education: Perspectives from classroom-based research*. New York: Springer.
- Erduran, S., Simon, S., y Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: developments in the application of Toulmin's argument pattern of studying science discourse. *Wiley InterScience*, 88, 915-933. DOI: 10.1002/sce.20012

- Furio, C., Padilla, K. (2003). La evolución histórica de los conceptos científicos como requisito para comprender su significado actual: el caso de la “cantidad de sustancia” y el “mol”. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 17, 55-74.
- Galagovsky, L., Di Giacomo, M., y Alí, S. (2015). Estequiometría y ley de conservación de la masa: lo que puede ocultar la simplificación del discurso experto. *Ciênc. Educ.*, Bauru, 21(2), 351-360. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320150020006>
- Galagovsky, L., Rodríguez, M., Stamati, N., y Morales, L. (2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de *reacción química* a partir del concepto de *mezcla*. *Enseñanza de las ciencias*, 21 (1), 107-121
- Galagovsky, L., Rodríguez, M., Stamati, N., Y Morales, L. (2003): representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de *reacción química* a partir del concepto de *mezcla*. *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 21 (1), 107-121.
- Galagovsky, L., y Giudice, J. (2015). Estequiometría y ley de conservación de la masa: una relación a analizar desde la perspectiva de los lenguajes químicos. *Ciênc. Educ.*, Bauru, 21(1), 85-99. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320150010006>
- Henao, B., y Stipcich, S. (2008). Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias (REEC)*, 7(1), 47-63.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación. México D. F. McGRAW-HILL.
- Jiménez, M. (2010). 10 ideas claves competencias en argumentación y uso de pruebas. Barcelona, España: Editorial GRAÓ, de IRIF, S.L.

- Jiménez, M., y Díaz, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las ciencias*, 21 (3), 359–370.
- Larraín, A., Freire, P., y Olivios, T. (2014). Habilidades de argumentación escrita: Una propuesta de medición para estudiantes de quinto básico. *Psicoperspectivas*, 13(1), 94-107
- Leitao, S. (2007). Argumentação e desenvolvimento do pensamento reflexivo. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 20(3), 454-462.
- Marín, R. (2018). Desarrollo de la habilidad argumentativa, mediado por el diseño y aplicación de una unidad didáctica sobre modelos atómicos, en estudiantes de grado 7 de la Institución Educativa Agustín Nieto Caballero (Dosquebradas, Risaralda) (Tesis de maestría). Universidad Autónoma De Manizales, Manizales.
- Molina, M. (2012). Argumentar en clases de ciencias naturales: una revisión bibliográfica. *Actas III jornadas de enseñanza e investigación educativa en el campo de las ciencias exactas y naturales facultad de humanidades y ciencias de la educación*. Universidad nacional de la plata.
- Obando, S. (2013). Implementación de estrategias didácticas para la enseñanza de la estequiometría en estudiantes del grado once de enseñanza media (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Orrego, M., Tamayo, O., y Ruiz, F. (2016). Unidades didácticas para la enseñanza de las ciencias naturales. Manizales, Colombia: Editorial Universidad Autónoma de Manizales.
- Pinzón, L. (2014). Aportes de la argumentación en la constitución de pensamiento crítico en el dominio específico de la química (tesis de maestría). Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.
- Posada, J. (2015). La argumentación y su rol en el aprendizaje de la ciencia. *Tesis psicológica*, 10(1), 146-160.



- Quecedo, R., y Castaño, C. (2003). Introducción a la metodología de investigación cualitativa. *Revista de Psicodidáctica*, 14, 5-39.
- Raviolo, A., y Lerzo, G. (2016). Enseñanza de la estequiometría: uso de analogías y comprensión conceptual. *Educación química*, 27, 195-204. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2016.04.003>
- Reigosa, C., Jiménez, M. (2000). La cultura científica en la resolución de problemas en el laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*,
- Ruiz, F., Tamayo, O., y Márquez, C. (2015). La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educ. Pesqui.* 41(3), 629-646. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-9702201507129480>
- Salgado, G., Navarrete, J., Bustos, C., Sánchez, C., y Ugarte, R. (2007). El concepto de equivalente químico y su aplicación en cálculos estequiométricos. *Educación química*, 18(3), 222-227.
- Sánchez, J., Castro, O., y Tamayo, O. (2015). La argumentación metacognitiva en el aula de Ciencias. *Revista latinoamericana de ciencias sociales, niñez y juventud*, 13(2), 1153-1168. DOI:10.11600/1692715x.13242110214
- Sánchez, L., Gonzáles, J., y García, A. (2013). La argumentación en la enseñanza de las ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 9(1), 11-28.
- Sanmartí, N., Pipitone, C., y Sardà, A. (2009). Argumentación en clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1709-1714.
- Sardà, A., y Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencia. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (3), 405-422.
- Simon, S., Erduran, S., y Osborne, J. (2002). Enhancing the quality of argumentation in school science. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, April 7-10, 2002 New Orleans, USA.

- Solbes, J., Ruíz, J., y Furio, C. (2010). Debates y argumentación en las clases de física y química. *Alambique*, 63, 65-75.
- Tamayo, O. (2006). Representaciones semióticas y evolución conceptual en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. *Revista Educación y Pedagogía*, 18(45), 37-49.
- Tamayo, O. (2011). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. *Hallazgos*, 17, 211-233.
- Tamayo, O. (2014). Pensamiento crítico dominio-específico en la didáctica de las ciencias. *TED*, 36, 25-46.
- Tamayo, O., Vasco, C., Suarez, M., Quiceno, C., García, L., y Giraldo, A. (2010). La clase multimodal. Manizales, Colombia: Colciencias, proyecto número 1219-11-17061 Universidades.
- Toulmin, S. (2007). Los usos de la argumentación. Barcelona: Ediciones Península.
- Vásquez, C., y Arango, S. (2011). Propuesta metodológica para la investigación comprensiva: interacciones comunicativas en un entorno virtual de aprendizaje. *Revista lasallista de investigación*, 8(2), 112-123.
- Von Aufschnaiter, C., Erduran, S., Osborne, J., y Simon, S. (2007). Arguing to Learn and Learning to Argue: Case Studies of How Students' Argumentation Relates to Their Scientific Knowledge. *Wiley InterScience*, 45, 101-133. DOI: 10.1002/tea.20213.

## **13 ANEXOS**

Anexo 1: Unidad didáctica

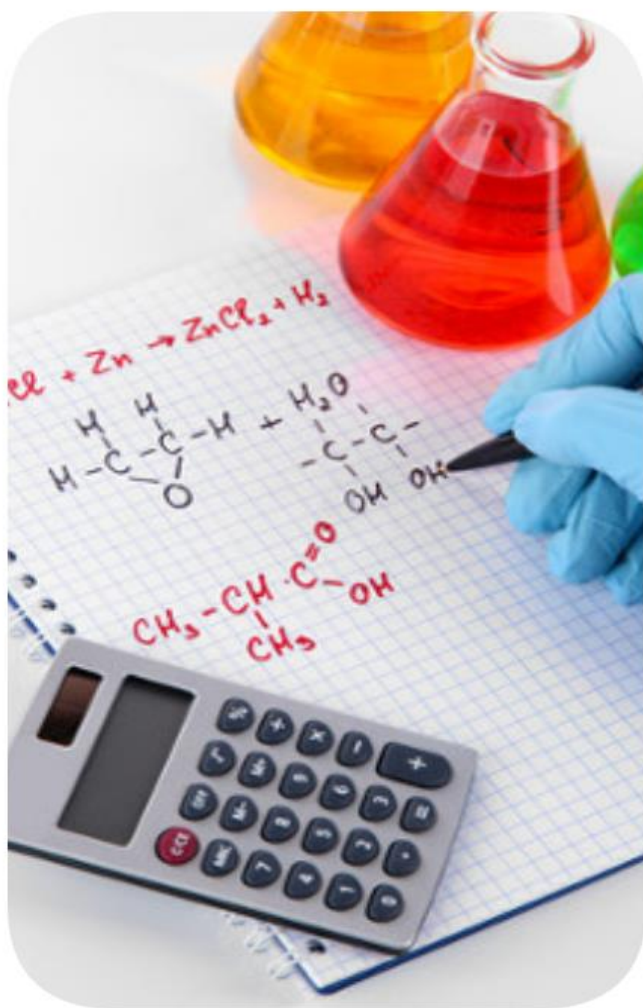
Anexo 2: Instrumento de niveles argumentativos y de calidad de los argumentos

Anexo 3: Codificaciones

Anexo 4: Matriz de análisis de los niveles argumentativos y de la calidad de los argumentos.

Anexo 5: Matriz de análisis de las ideas previas

# EL ARGUMENTO EN LA ESTEQUIOMETRÍA



Universidad Autónoma de Manizales

Maestría en Enseñanza de las  
Ciencias

## **Introducción**

La estequiometría es una de los conceptos con mayor nivel de abstracción en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química, por ello se hace necesario que se busquen estrategias que permitan mejorar este proceso. Desde la didáctica se ha venido trabajando en las habilidades de pensamiento con mucha fuerza en los últimos años y se ha demostrado que el desarrollo de esta mejora los procesos de enseñanza y aprendizaje en los estudiantes; es por ello que esta unidad didáctica está orientada al desarrollo de la argumentación en los estudiantes como una herramienta que les brinde la posibilidad de tener un mejor desempeño.




En tal sentido, esta unidad didáctica está dividida en cuatro momento; en el primer momento se encuentra el instrumento de ideas previas, el cual permitirá identificar ciertas situaciones que causan dificultad en el aprendizaje de los estudiantes; para el segundo momento se tiene la introducción a la unidad didáctica conformado por un recorrido del desarrollo histórico-epistemológico de la estequiometría; en el tercer momento se encuentran las actividades de intervención, orientadas al potenciamiento de la argumentación, y por último en el cuarto momento se encuentran las tareas de evaluación desde la autoevaluación y la coevaluación.

Por otro lado, tenemos que esta unidad didáctica corresponde a un proyecto de investigación, por lo tanto, los datos obtenidos serán utilizados solamente para entender un fenómeno desde la enseñanza, sin afectar los actores protagónicos que hacen posible su ejecución; es por ello que se firmó un acuerdo de consentimiento informado entre las partes involucradas en este trabajo investigativo.



### **Objetivos de la unidad didáctica.**

A partir de la aplicación de esta unidad didáctica se pretende alcanzar los siguientes objetivos:

-  Promover la comprensión de la estequiometría, mediante el estudio de la conservación de la masa entre reactivos y productos en una ecuación química.
-  Favorecer la utilización de códigos y formatos sintácticos de fórmulas y ecuaciones químicas en explicaciones estequiométricas, a partir de elaboraciones escritas por parte de los estudiantes.
-  Potenciar la argumentación en los estudiantes, durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de la estequiometría.

## **Momento I: Instrumento de ideas previas**

**Instrumento de ideas previas del concepto estequiometría. Grado 11°. Fecha:** \_\_\_\_\_

**Nombre del estudiante:** \_\_\_\_\_

**Tiempo estimado: 2 horas**

**Objetivo:** identificar las ideas previas que tienen los estudiantes de grado once en estequiometría.

Querido estudiante a continuación te invito que utilices todo lo que sabes para analizar cada uno de las siguientes situaciones, y les des una posible solución a cada una de ellas.

### **Situación I**

En el laboratorio de química se tiene un recipiente cuya masa es de 380 g, a este se le añade 200g de agua y una cuchara con 30g de sal de cocina. Las dos sustancias se mezclan y se agitan constantemente hasta que se observe que no haya presencia de sal en el fondo del recipiente. Una vez visto lo sucedido, responde:

¿Qué crees sucedió con la sal del recipiente?

---

---

---

---

---

Sin usar tus sentidos. ¿Cómo comprobarías que la sal está presente allí?

---

---

---

---

---

---

---

Si la solución se somete a ebullición completa, ¿cuál crees que sería la masa en gramos del recipiente? Justifica tu respuesta.

---

---

---

---

---

---

## **Situación II**

Te invitan a una ensambladora de autos para conocer su proceso de ensamblaje, en la que te das cuenta que para construir un automóvil se necesita una carrocería y 4 ruedas. Si una fábrica de ensamblaje de autos cuenta con 25 carrocerías y 80 ruedas en línea de montaje, responde:

¿Cuántos automóviles crees que se podrán ensamblar en la fábrica?

---

---

---

---

¿Qué procedimientos usaste para llegar a la respuesta? Explica paso a paso

---

---

---

---

---

---

---



### Situación III

Observa con atención el video (hasta el minuto 2) del siguiente enlace

<https://www.youtube.com/watch?v=wzaPvbqXRG0>

Una vez observada la experiencia se te pide que respondas las siguientes preguntas:

¿Qué explicación darías para que el trozo de papel ardiera tan fácilmente?

---

---

---

---

---

---

¿Cuál fue la razón para usar calentamiento en la práctica? Justifica tu respuesta

---

---

---

---

---

---

¿Qué debe cumplirse para que en la práctica observada siempre se obtengan los mismos resultados? Elabora una lista si es necesario

---

---

---

---

---

---

#### Situación IV

La siguiente es una ecuación para la preparación de un sándwich:  $2P + J \rightarrow JP_2$

¿Qué masa de sándwiches  $JP_2$  puedes obtener si cuentas con 720 gramos de pan y 300 gramos de jamón?

---

---

---

---

---

---

Sabiendo que la docena de rodajas de pan pesa 240 g, la docena de fetas de jamón pesa 180 g, y la de sándwiches pesa 660 g. ¿Cuántos sándwiches crees que podrías preparar?

---

---

---

---

---

---

Si en la preparación de los sándwich se usan dos jamones, la ecuación sería la misma, ¿sí o no? ¿Por qué?

---

---

---

---

---

---

Si cuentas con los mismos 720g de pan y 300g de jamón la masa de sándwiches sería la misma que la encontrada en la primera pregunta. Si\_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ y ¿por qué?

---



---



---



---



---

## Momento II: recorrido histórico-epistemológico del concepto estequiometría

**Actividad 1: apreciado estudiante resuelve de forma individual la siguiente sopa de letras**

E	O	E	T	A	N	A	I	U	I	T	O	P	L	O	S	U	R	L
T	L	Í	A	E	R	Ó	P	E	O	O	A	T	S	U	O	R	P	A
O	S	U	B	Í	N	D	I	C	E	R	M	T	I	R	T	P	T	F
C	R	D	S	R	P	T	R	C	O	M	O	U	N	N	R	O	A	R
O	E	A	O	N	A	R	C	O	A	L	O	L	R	O	A	E	O	E
N	A	O	L	C	A	M	O	I	E	N	R	S	P	T	M	E	T	I
S	C	R	U	L	E	A	Y	D	E	R	I	O	W	L	U	T	C	S
E	T	A	C	T	A	S	N	V	U	C	R	B	A	A	E	O	R	I
R	I	E	L	U	D	A	T	R	E	C	A	O	M	D	L	C	E	O
V	V	E	Á	O	D	U	E	E	I	O	T	A	C	O	I	D	N	V
A	O	C	C	O	N	T	A	O	A	O	D	O	O	S	C	Ó	N	A
C	E	A	L	O	H	L	N	A	R	S	R	C	U	D	I	O	R	L
I	T	C	D	C	S	A	C	S	P	R	O	D	U	C	T	O	S	O
Ó	U	G	I	R	L	A	I	N	L	C	Ó	I	A	S	U	L	E	Y
N	A	R	O	I	P	A	S	E	I	T	S	U	E	N	B	M	E	U
L	E	N	D	O	D	V	O	E	L	U	C	A	S	O	E	L	V	A
U	H	A	E	L	E	R	I	R	O	E	N	E	S	B	O	O	A	L
T	D	O	A	D	A	E	C	N	A	L	A	B	V	M	R	T	C	T
E	T	N	E	I	C	I	F	E	O	C	O	N	R	A	O	U	P	D

**Palabras a encontrar**

**CÁLCULOS, PRODUCTOS, DALTON, REACTIVO, PRODUCTO, OSWALD, ECUACIÓN, MASA, CONSERVACIÓN, COEFICIENTES, PROUST, MOL, LAVOISIER, BALANCEADA, SUBÍNDICE, RICHTER, PROPORCIONALIDAD, COMBINACIÓN, LEY.**

**Lee:** Querido estudiante luego de haber terminado la actividad de encontrar las palabras, trata de encontrar relaciones entre ellas, las cuales debes anotar en tu libreta de apuntes.

**Presentación en PowerPoint del docente sobre el desarrollo histórico epistemológico de la estequiometría.**

**Actividad 2:** Estimado estudiante durante la presentación hecha por el docente vez marcando las palabras que se mencionan en la exposición igual o parecida a las encontradas en la sopa de letras, y después de la presentación nuevamente intenta encontrar relaciones entre las palabras, las cuales debes anotar en tu cuaderno de apuntes y con ellas hacer un mapa conceptual.

**Actividad 3:** Finalmente te invito que hagamos una lluvia de ideas para hacer una definición del concepto estequiometría de acuerdo a lo visto en la presentación en PowerPoint.

### **Momento III: acciones orientadas a potenciar la argumentación**

Las actividades desarrolladas a continuación propician espacios argumentativos donde tendrás la oportunidad de exponer y confrontar tus ideas; por ello se hace necesario que tengas presente las siguientes normas, cuyo propósito es propiciar un escenario argumentativo que pueda llevarse a cabo de la forma más amena.

1. Los individuos que participan en una confrontación puedan expresar libremente los puntos de vista, de ahí que se prohíbe el uso de la fuerza y las amenazas para acallar a la otra persona.

2. Los participantes deben hacer una exposición clara de sus puntos de vista, utilizando un lenguaje entendible donde se den razones y en el mismo orden han de hacer una interpretación de los puntos de vista de los otros individuos de la forma más asertiva posible.
3. Los participantes deben producir actos de habla o actos complejos de habla siguiendo un turno de conversación adecuado; es decir los participantes deben respetar los turnos para dar su opinión, o pedir la palabra levantando la mano para no interrumpir a la persona que esté dando su punto de vista o argumento.
4. La discrepancia o diferencia que tengas con el punto de vista de otro individuo, la darás a conocer solamente atacando su punto de vista, sin distorsionar la opinión del otro, es decir sin atacar a la persona como tal.
5. El que presenta un punto de vista está obligado a defenderlo si la otra parte así se lo pide (Cano, 2010).

### **Actividad 1**

**Para esta actividad debes leer con mucha atención la lectura que se relata a continuación, y a medida que reflexionas y discutes tus ideas con los compañeros y el profesor, resuelve los ejercicios que se plantean.**

### **Entérate**

En distintas ocasiones existen dos (o más) teorías contrarias que explican un fenómeno, y la comunidad científica debe elegir una de ellas. En el pasado esa elección se vio forzada a veces por la intolerancia, prohibiendo una en favor de otra. Pero la forma de trabajar más aceptada es recoger pruebas y evaluar las teorías a la luz de las mismas, proceso que recibe el nombre de **argumentar**.

Por ejemplo en la época en la que Boyle realizó experimentos sobre la combustión en 1660, la teoría dominante era la del flogisto propuesta por George E. Stahl, que suponía la

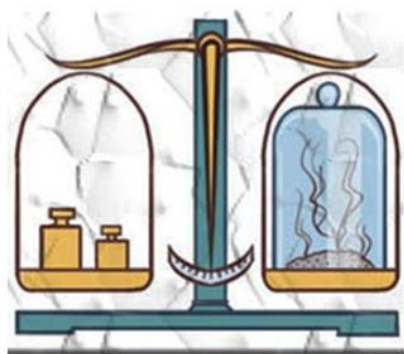


Tomado de: <https://bit.ly/2HAQx0b>

existencia de un principio en los cuerpos combustibles, capaz de transformarse en «materia del fuego» por la acción de altas temperaturas. Los metales calentados perderían este principio,

convirtiéndose en cales, y bastaría añadirles flogisto para reconstituirlos de nuevo. Boyle demostró la necesidad del aire para que tuviera lugar la combustión, además observó que los metales ganaban peso durante la calcinación y explicó este aumento de peso por la «fijación de la materia del fuego». Aunque la ley de conservación de la masa se atribuye a Lavoisier, unos veinte años antes, en 1753, Mijail Lomonósov repitió los experimentos de Boyle y concluyó que la teoría del flogisto era falsa:

*He hecho un experimento en una vasija hermética de vidrio para determinar si la masa de los metales aumenta sólo por la acción del fuego. El experimento ha mostrado que el famoso Robert Boyle estaba confundido, ya que, sin acceso del aire exterior, la masa del metal quemado sigue siendo la misma.*



Tomado de: <https://bit.ly/2TPBk1X>

Lavoisier calcinó estaño en un recipiente herméticamente cerrado y comprobó que el peso total no había variado. Aunque el peso de la «cal de estaño» era mayor, este aumento se compensaba por la pérdida de peso del aire contenido en la vasija. Lavoisier propuso una nueva interpretación: que la calcinación consistía en la combinación del metal con una parte del aire, que (más tarde) llamó oxígeno. El metal pasaba a interpretarse como un cuerpo simple y la cal metálica como un compuesto, al contrario que con la teoría del flogisto. En los mismos

años, Priestley había logrado obtener oxígeno, al que llamó «aire flogistizado» mientras que el nitrógeno sería «aire desflogistizado».

Entonces podemos ver que las teorías propuestas en las comunidades científicas o en la sociedad en general son aceptadas en la medida que las pruebas recolectadas permitan evaluar dichas teorías a la luz de las mismas.

(Tomado de 10 ideas clave.  
Competencias en argumentación  
y uso de pruebas. María Pilar  
Jiménez Aleixandre)

Hoy día son muchos los autores que se conocen en el campo de la argumentación, pero sin duda uno de los referentes es Stephen Toulmin filósofo y epistemólogo, el cual aporta una visión de la argumentación desde la formalidad y la lógica. Según este autor hay normas universales para construir y evaluar las argumentaciones, que están sujetas a la lógica formal (Sardà y Sanmartí, 2000). Siguiendo a Toulmin, un argumento está compuesto por tres elementos esenciales: conclusión, datos y justificación (Jiménez, 2010).

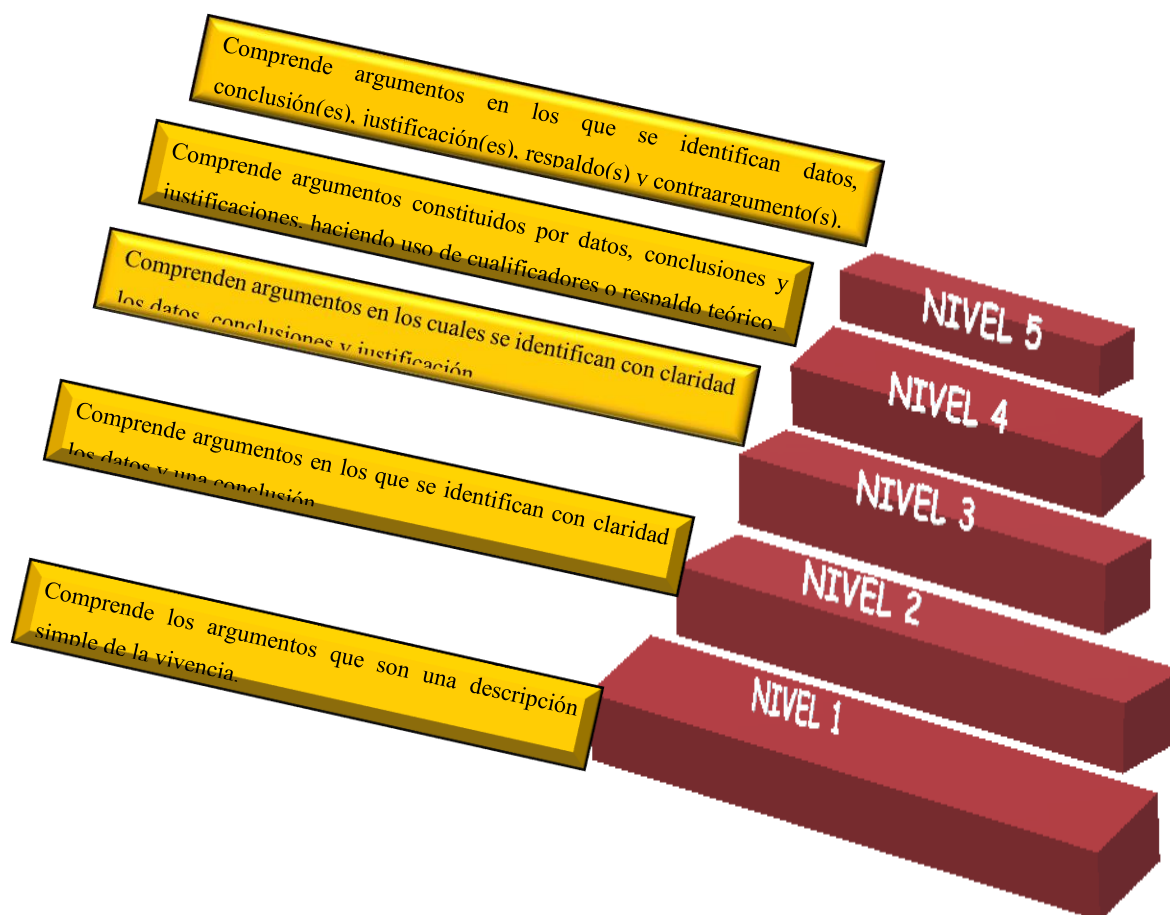
**D = Datos:** Hechos o informaciones factuales, que se invocan para justificar y validar la afirmación. Existen diversos tipos de datos: estadísticas, citas, reportes, evidencias físicas (Rodríguez, 2010).

**C = Conclusión:** La tesis que se establece. Es la tesis que se va a defender, el asunto a debatir, a demostrar o a sostener en forma oral o escrita.

**J = Justificación:** Son razones (reglas, principios...) que se proponen para justificar las conexiones entre los datos y la conclusión (Sardà y Sanmartí, 2000).

Ahora, podemos decir que la argumentación es “una actividad verbal, social y racional dirigida a convencer a un crítico razonable de la aceptabilidad de un punto de vista presentando una constelación de proposiciones que justifiquen o refuten la proposición expresada en el punto de vista” (Chin y Osborne, 2010); en tal sentido, la argumentación es un tipo particular de diálogo que contribuye a que los individuos adquieran aprendizajes en temas específicos [...] (Tamayo, 2010).

Además, con el ánimo de determinar el nivel argumentativo en el que se encuentran las personas cuando proponen sus argumentos para defender su punto vista, diferentes autores han hecho sus propuestas basados en la estructura propuesta por Toulmin, entre ellos encontramos a Erduran, Simon, Osborne, 2004 y Tamayo, 2011. Cuya escala se muestra a continuación:



Hasta el momento, a partir de la lectura anterior te has enterado de aspectos fundamentales que se deben tener en cuenta para argumentar nuestro punto de vista, para ponerlos en práctica te invito que desarrolles los siguientes ejercicios.

### Ejercicio 1

Te invito a responder la pregunta que encontraras a continuación, en la cual tendrás la oportunidad de proponer una tesis o conclusión,



Para ello primero ten en cuenta que:

Una tesis o **conclusión (C)** es el enunciado que se da de una situación que se quiere comprobar o refutar, es decir el punto de vista que se debe defender a favor o en contra de una situación frente a otro individuo (Jiménez, 2010).

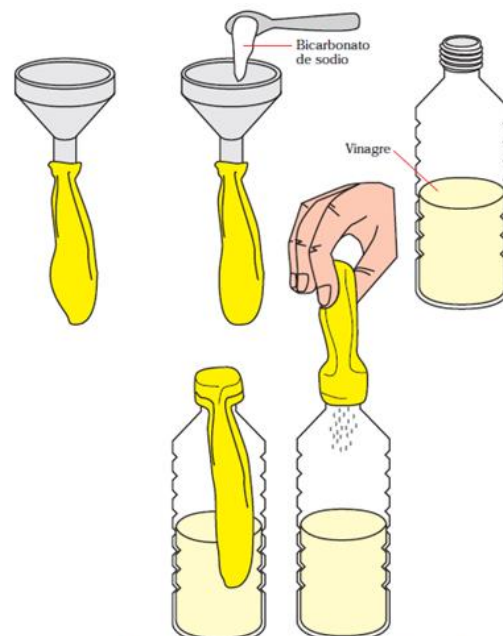
**Ejemplo 1:** para la pregunta, ¿cuál es mejor equipo de futbol, Real Madrid o Futbol Club Barcelona? La respuesta de una persona puede ser: **el Real Madrid es mejor equipo (C)**.

**Sabiendo esto, desarrolla la siguiente situación y responde la pregunta, en la que propongamos tu tesis o conclusión.**

Con materiales sencillos podemos desarrollar la siguiente situación:

- 1 Botella plástica
- 1 Globo o bomba
- 100 ml de Vinagre
- 2 cucharadas de bicarbonato de sodio (soda)

Realiza los siguientes pasos: adiciona 100 ml de vinagre en una botella plástica; luego, echa en el globo dos cucharas de bicarbonato; posteriormente sujeta el globo al cuello de la botella sin que se llegue a derramar el bicarbonato adicionado previamente; finalmente, levanta el globo y deja caer el bicarbonato en el vinagre. ¿Qué le sucedió al globo después de cierto tiempo?



Tomada de: <https://bit.ly/2HCe691>

Respuesta:

---

---

---

## Ejercicio 2

Pero esta tesis requiere de evidencias que le permitan apoyarse, estas evidencias se conocen como **datos (D)**, los cuales son los que aportan cierto tipo de información derivada de hechos que permite sostener la tesis propuesta desde nuestra perspectiva, en este sentido, existen diferentes tipos de evidencias tales como: estadísticas, citas, reportes, evidencias físicas (Rodríguez, 2004).

**Ejemplo 2:** retomemos la pregunta del ejemplo 1. La persona respondió: **el Real Madrid es mejor equipo**. Con el fin de soportar esta tesis, la persona se apoya en los siguientes datos: **durante la historia de los equipos, el Real Madrid ha ganado 33 Ligas, 13 Champions League, 3 Copa Intercontinental, 4 Mundial de Clubes; y el Barcelona ha ganado 25 Ligas, 5 Champions League, 0 Copa Intercontinental, 3 Mundial de Clubes (D).**

**Entonces, agrégale a tu tesis datos o evidencias que te permitan sostenerla.**

---

---

---

---

---

---

## Ejercicio 3

Igualmente, nuestra tesis o conclusión debe tener una **justificación (J)**, que permita determinar porque determinados datos prueban o refutan un enunciado, en tal sentido la justificación es la que relaciona la conclusión con los datos o evidencias. En otras palabras, el papel de la justificación es mostrar que, tomando los datos como punto de partida, pasar de ellos al enunciado o conclusión es adecuado y legítimo; es decir, es la que le da cierta validez a la relación entre la conclusión y los datos (Jiménez, 2010).

### **Ejemplo 3:**

**Conclusión o tesis:** Isabelita Puerta es española.

**Dato:** su madre nació en España.

**Justificación:** los hijos de españoles son españoles (Rodríguez, 2004)

**Ejemplo 4:** Siguiendo con el ejemplo de la pregunta 1, la persona puede justificar su respuesta diciendo: **debido que el mejor equipo de futbol es el que gana más campeonatos (J).**

Ahora mostremos en conjunto las tres partes del argumento que tenemos: la pregunta, ¿cuál es mejor equipo de futbol, Real Madrid o Futbol Club Barcelona? Respuesta: el Real Madrid es mejor equipo (C), **debido que el mejor equipo de futbol es el que gana más campeonatos (J).** Durante la historia de los equipos, el Real Madrid ha ganado 33 Ligas, 13 Champions League, 3 Copa Intercontinental, 4 Mundial de Clubes; y el Barcelona ha ganado 25 Ligas, 5 Champions League, 0 Copa Intercontinental, 3 Mundial de Clubes (D).

**Intenta justificar tu argumento, tratando de hallar una relación entre la conclusión que planteaste y los datos que distes, que te permita validar la relación entre ellos.**

---

---

---

---

---

---

---

---

#### **Ejercicio 4**

Además, nuestra justificación necesita estar sustentada y esto se hace bajo lo que llamamos **respaldo teórico (F)**, que puede ser un estudio científico, un código, una estadística, o una creencia firmemente arraigada dentro de una comunidad. El respaldo teórico es parecido a los datos en el sentido de que se expresa por medio de estadísticas, testimonios o ejemplos. Sin embargo, se distingue en que el respaldo teórico apoya a la justificación, mientras que los datos sustentan a la conclusión. También, el respaldo aporta más ejemplos, hechos y

datos que ayudan a probar la validez de la cuestión que se defiende, y puede contener apelaciones emocionales, según la audiencia, citas de personas famosas o de expertos (Rodríguez, 2004).

#### **Ejemplo 5:**

**Conclusión:** la lectura de textos literarios incrementa la capacidad argumentativa de los estudiantes.

**Dato:** (a) Los alumnos con buenos hábitos de lectura participan más en discusiones.

(b) Las alumnas que leen poemas de amor siempre dan opiniones diferentes.

**Justificación:** La literatura enseña a pensar. (Creencia ampliamente aceptada).

**Respaldo teórico:** Los trabajos de Rodríguez (1987) y Tedesco (2003) afirman que la lectura de textos literarios enseña a resolver problemas y obligan al lector a realizar inferencias profundas que luego transfieren a sus escritos (Rodríguez, 2004).

**Ejemplo 6:** recordando nuevamente la pregunta del ejercicio 1 y la respuesta de la persona en el ejercicio 2 y 3, ¿no te acuerdas? Bueno recordemos:

**Ejercicio 1. La pregunta** ¿cuál es mejor equipo de futbol, Real Madrid o Futbol Club Barcelona? (Marín, 2018). **Respuesta, Tesis:** el Real Madrid es mejor equipo (C).

**Ejercicio 2. Datos.** Durante la historia de los equipos, el Real Madrid ha ganado 33 Ligas, 13 Champions League, 3 Copa Intercontinental, 4 Mundial de Clubes; y el Barcelona ha ganado 25 Ligas, 5 Champions League, 0 Copa Intercontinental, 3 Mundial de Clubes (D).

**Ejercicio 3. Justificación.** Debido que el mejor equipo de futbol es el que gana más campeonatos (J).

Te acordaste, bueno. Ahora se necesita soportar la justificación dada por la persona, para ello se debe disponer de un respaldo teórico. Esta persona indago con diferentes personajes del futbol y le dijeron: **que en el futbol lo que realmente se tiene en cuenta para medir la trayectoria y la calidad de un equipo, son los campeonatos en los que ha alzado el título de ganador** (F). Entonces esta indagación se convierte en un respaldo a la justificación dada por la persona.

**En tal sentido, te invito que consigas un respaldo teórico a la justificación que propusiste en el ejercicio 3, que permita darle validez a tu punto de vista.**

---

---

---

---

---

---

### **Ejercicio 5**

**El cualificador modal detalla (Q)** el grado de validez, la fuerza de la tesis, los términos y las condiciones que la restringen. Enunciados habitualmente a través de adverbios que cambian al verbo de la conclusión que se discute a través de adjetivos que modifican a los sustantivos claves. Algunos cualificadores son: **quizá, seguramente, típicamente, usualmente, algunos, pocos, algunas veces, la mayoría, probablemente, tal vez**. La forma del verbo es también un cualificador modal (Rodríguez, 2004).

Para el argumento: el Real Madrid es **mejor** equipo (C), debido que el **mejor** equipo de futbol es el que gana más campeonatos (J). Durante la historia de los equipos, el Real Madrid ha ganado 33 Ligas, 13 Champions League, 3 Copa Intercontinental, 4 Mundial de Clubes; y el Barcelona ha ganado 25 Ligas, 5 Champions League, 0 Copa Intercontinental, 3 Mundial de Clubes (D). Además de acuerdo a diferentes personajes del futbol lo que realmente se tiene en cuenta para medir la trayectoria y la calidad de un equipo, son los campeonatos en los que ha alzado el título de ganador (F).

Entonces en este caso la palabra **mejor**, que se encuentra resaltada, es la que le da probablemente cierto grado de validez a la tesis, ya que la persona pretende mostrar posiblemente el equipo que ha sido superior.

**Identifica en tu argumento el cualificador en tu punto de vista sobre el mejor equipo entre Real Madrid y Barcelona; si no existe créalo en la tesis o conclusión que planteaste.**

---

---

---

---

---

### **Ejercicio 6**

Por último, en un argumento se encuentra **la refutación (R)**, la cual es la excepción de la tesis o conclusión presentada. Expresiones como “a menos que”, “a excepción de” fluyen por la mente del lector u oyente cuando se acostumbra a una lectura crítica, pues la argumentación académica se caracteriza por el debate de posibles objeciones y por el encuentro de argumentos contrarios a la conclusión que se establece (Rodríguez, 2004). Ahora, recordando la tesis de la persona a la pregunta sobre quien es mejor equipo Real Madrid o Barcelona, la persona planteó: el Real Madrid es mejor equipo (C). Entonces la refutación a esta conclusión podría ser: **A menos que tomemos un intervalo de tiempo distinto o analicemos otro tipo de datos (R)**, por ejemplo, el intervalo de tiempo comprendido entre 2009 y 2010 en el cual el Barcelona gano 6 títulos y el Real Madrid 0.

**En este momento te invito que propongamos una refutación a tu tesis o conclusión.**

---

---

---

---

---

---

## Actividad 2

Para esta actividad descubre junto con tus compañeros algunos conceptos que son relevantes para hacer reflexiones en torno a la estequiometría, para lo cual, además, debes resolver las situaciones que encuentres con gran interés y responsabilidad. No se te olvide utilizar la estructura del argumento y las normas del escenario argumentativo vistas anteriormente, cuando vayas a dar tu punto de vista.

### Las Reacciones Químicas

Observa el siguiente video hasta el minuto 9:22; y a partir de la información brindada identifica las evidencias que demuestran que se está presentando una reacción química, y describe la forma mediante la cual se representan. Luego de esto compara tu respuesta con la de tus compañeros, para ello reúnete con dos de ellos, donde deben debatir sobre los apuntes que tiene cada uno, y construir una respuesta grupal. Esta actividad debe ser desarrollada en la libreta de apuntes por cada estudiante.



<https://www.youtube.com/watch?v=6xfW55f9iMY>

Luego de haber realizado la actividad anterior, observa la exposición que el docente tiene para ti, sobre códigos sintácticos para el lenguaje de fórmulas químicas y formatos sintácticos (FS) para ecuaciones químicas.

## Códigos sintácticos para el lenguaje de fórmulas químicas

1. Con letras se representa cada elemento químico; puede o no indicarse estado de oxidación.
2. Los supraíndices con números y signos (más o menos), muestran estados de oxidación, carga eléctrica neta para un átomo o conjunto de átomos que forman iones.
3. Los subíndices representan el número de átomos presentes de cada elemento químico.
4. Paréntesis indican que el arreglo de átomos encerrados en él forma una especie química.
5. Subíndices a la derecha abajo de un paréntesis indican el número de veces que un subgrupo químico está presente en la especie química total.
6. Los coeficientes representan el número de veces que está presente una especie química en la ecuación balanceada final. Los coeficientes deben ser números enteros (Galagovsky y Giudice, 2015).



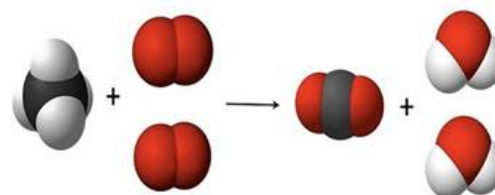
Tomada de: <https://bit.ly/2uz2ivC>

## Formatos sintácticos (FS) para ecuaciones químicas

1. Un cambio químico implica reordenamientos en la combinación de elementos químicos, con o sin transferencia de electrones entre especies químicas reactivas; se identifica como reacción química.
2. Una reacción química se escribe mediante una ecuación química balanceada.
3. Los reactivos se escriben en la parte izquierda de la ecuación química balanceada y los productos en la parte derecha; una flecha hacia la derecha indica el proceso de reacción entre reactivos y productos.



4. Para los cálculos estequiométricos la flecha significa reacción irreversible y total (reactivos se convierten en productos en un 100%).
5. Dos flechas opuestas significan que la reacción llega a un equilibrio.
6. La ecuación química balanceada no admite exceso de reactivos o de productos.
7. Los cálculos estequiométricos pueden presentarse a nivel molecular o molar.
8. En la ecuación química balanceada se conserva la masa: el número de veces en que se encuentra cada elemento químico como reactivo o producto, independientemente de su estado de agregación.
9. Una ecuación química balanceada debe mostrar la mínima proporción de coeficientes que permitan conservar el número total de cada tipo de átomos involucrados en la reacción química.
10. La masa total se conserva en recipientes cerrados donde ocurren reacciones químicas (ley de conservación de la masa, macroscópica) (Galagovsky y Giudice, 2015).

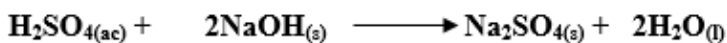
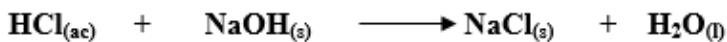


Tomado de: <https://bit.ly/2CD7YJF>

**Ahora resuelve las situaciones 1, 2 y 3.**

### Situación 1

Imagínate que estas laborando de auxiliar de laboratorio en una prestigiosa empresa de la industria química y te piden que identifiques los reactivos, productos, subíndice de cada elemento que componen reactantes y productos, y conservación de la masa en cada una de las siguientes ecuaciones químicas, empieza tu labor:



---

---

---

Luego de haber terminado tu labor, el jefe te invita que expongas y defiendas el trabajo que hiciste delante de tus compañeros de trabajo, para lo cual tienes 3 minutos, empieza tu exposición cuando el jefe te indique.

### **Situación 2**

En una microempresa de comidas rápidas del corregimiento, en la cual ayudas los fines de semana, se ha hecho un pedido de sándwiches triples de jamón y queso para una celebración que se llevara a cabo en la casa de Esther Solórzano. Supuestamente, una de las tres personas que estaban ese día en la microempresa cometió un error y se han empacado sándwiches simples de queso y jamón en lugar de los triples pedidos. Por lo tanto, hay que comenzar la conversión de los sándwiches simples a triples, sabiendo que la composición (siendo J = jamón, Q = queso; P = pan) de estos es la siguiente:



Tomada de: <https://bit.ly/2TFnY3o>

Sándwich Triple: 3 P, 2 Q, 1 J

Sándwich simple de Jamón: 2 P, 0 Q, 2 J

Sándwich simple de Queso: 2 P, 2 Q, 0 J

Incluido tú, las tres personas proponen una ecuación para la elaboración de sándwich triple que haga posible agilizar el proceso de conversión. ¿Cuál es esa ecuación?

---

---

¿Por qué creen que la ecuación planteada es correcta?

---

---

---

---

Resuelta la situación, cada grupo elige un representante para defender la respuesta dada, frente a los demás grupos. Donde por lo menos en su argumento exista datos, conclusión y justificación.

### **Situación 3**

Actualmente, el nitrato de amonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) se obtiene a partir de la reacción o combinación del ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) con el hidróxido de amonio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ), produciendo también agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), el cual es empleado como abono o fertilizante en plantaciones agrícolas, por ejemplo, para el cultivo de plátano, uno de los productos bandera de nuestro municipio. Propón una ecuación química que represente la producción del nitrato de amonio que cumpla con la conservación de la masa.

---

---

¿Por qué crees que la ecuación planteada es correcta?

---

---

---

---

---

¿Qué dificultades encontraste durante la solución de la situación y cómo las superaste?

Explica

Ahora, para poder realizar cálculos con las ecuaciones químicas y así poder determinar la cantidad de sustancias que reaccionan y que se producen, primero necesitas conocer cierta información que se muestra en los siguientes videos.

¿Conoces, qué es el Mol?

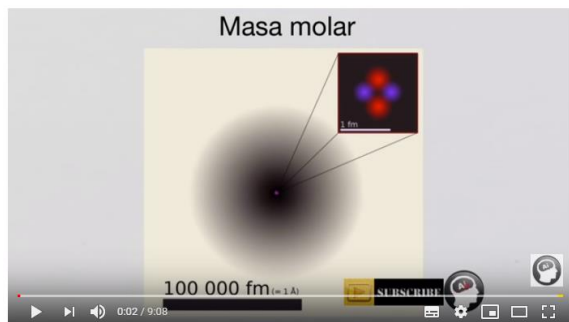
Para conocer que es el mol observa el siguiente video



<https://www.youtube.com/watch?v=Pccj0H7CiPs>

¿Sabes, qué es la masa molar?

Observa el siguiente video y saca tu propia conclusión



<https://www.youtube.com/watch?v=xpO662OIReE>

**Cálculos en una ecuación química, ¿cómo así?**

Observa el siguiente video con mucha atención, para que puedas aprender a realizar cálculos en las ecuaciones químicas, **concéntrate**

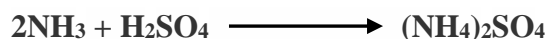


<https://www.youtube.com/watch?v=YelH4fhAhok>

**Después de conocer la información anterior, propón una solución a las situaciones 4 y 5**

#### **Situación 4**

Imagínate que laboras en una empresa productora de fertilizantes, que produce sulfato de amonio,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . Una finca productora de plátano del municipio de Necoclí de dónde eres oriundo, hace un pedido a la empresa de 500 kilogramos del fertilizante y solamente dispone de 100 kilogramos de amoniaco,  $\text{NH}_3$ . Teniendo en cuenta que el sulfato de amonio se obtiene a partir de la siguiente ecuación química



¿Crees que es posible cumplir con el pedido? Si \_\_\_\_\_. No \_\_\_\_\_. ¿Por qué?

---

---

---

---

---

---

---

---

#### **Situación 5**

En la actualidad existe una problemática de contaminación, producto de la combustión de los combustibles fósiles en las diferentes actividades que llevan las personas diariamente, como por ejemplo la utilización de las pipetas de gas propano en la cocción de los alimentos diariamente. El propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) reacciona con el oxígeno atmosférico, formando

dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) gaseoso y vapor de agua (H<sub>2</sub>O). Si en tu casa utilizan pipetas de gas para cocinar todos los días, ¿Crees que es posible determinar la cantidad de dióxido de carbono que se produce en tu hogar anualmente? Si \_\_\_\_\_. No \_\_\_\_\_. ¿Por qué?

---

---

---

---

---

---

---

Plantea un paso a paso para hacerlo si tu respuesta es sí

---

---

---

---

---

---

---

Luego, reúnete con dos compañeros, enfrenten sus puntos de vistas y traten de defenderlo con argumentos sólidos.

### **Actividad 3**

**Después de haber desarrollado las actividades anteriores, debato mis ideas con mis compañeros en el siguiente escenario argumentativo, teniendo en cuenta la estructura argumentativa vista en la actividad 1 del momento II:**

Datos preliminares de dos estudios que están en curso revelan como el 50 por ciento del material particulado más dañino que circula por el valle de Aburra, llamado MP2.5, proviene de un pequeño número de automotores viejos.

La magnitud de lo que ello significa se entiende solo teniendo en cuenta que en Medellín y el área metropolitana el 80 por ciento de la contaminación del aire proviene de la movilidad y el 20 por ciento restante de la industria y otras fuentes fijas.

A su vez, hay 1. 400.000 automotores y de ellos 40.000 son camiones, volquetas y buses que siendo minoría aportan el 60 por ciento de toda la contaminación vehicular.

Pero, aún peor, es que, en la última categoría mencionada, 3.500 vehículos de modelos antiguos ocasionan la mitad de las partículas perjudiciales para la salud que se le endilgan al parque automotor, no obstante representar apenas el 0,26 por ciento de los carros rodantes (tomado de Alonso, 2018, el tiempo). <https://bit.ly/2zIyjDB>

El auge del parque automotor ha tenido un gran costo ambiental, pues la quema de combustibles fósiles para el transporte es la responsable del 27 por ciento de los gases de efecto invernadero que se liberan a la atmósfera cada año.

Producto de toda esta contaminación, en Medellín muere una persona cada tres horas por causas relacionadas con la contaminación del aire”, afirma el profesor Elkin Martínez, investigador de la Facultad Nacional de Salud Pública de la Universidad de Antioquia (tomado de semana sostenible, 2017) <https://bit.ly/2q2nAj0>

**El docente te determinará un rol que debes ejecutar dentro del grupo; los roles son:**

**Defensores del medio ambiente:** cuya misión es defender acciones que sean amables con la calidad del aire.

**Defensores del gremio de vehículos:** tiene como misión hacer ver la utilidad de los vehículos en las formas de vida que llevan las personas.

#### Momento IV: acciones autoevaluativas y coevaluativas

##### Actividades:

1. En esta actividad encontraras una **autoevaluación**, que debes responder individualmente y reflexionar sobre las respuestas dadas.

Nombre: \_\_\_\_\_

Preguntas	Para identificar el desarrollo histórico-epistemológico de la estequiometría	Para explicar la estructura de un argumento	Para explicar la representación de una reacción química	Para argumentar las respuestas dadas en cada actividad o situación	Para explicar los cálculos hechos en las ecuaciones químicas
¿Qué conceptos utilice?					
¿Use los términos adecuados?					
¿Cuáles conceptos relacione adecuadamente?					
¿En el desarrollo del proceso de aprendizaje que hice incorrecto?					



En este momento valoro mi trabajo: lo sé bien, lo sé regularmente, no lo sé.					
¿Sé argumentar?					
¿Qué creo que faltó, para que mi desempeño fuera mejor en el proceso de aprendizaje?					
Mi plan para mejorar el aprendizaje.					

Adaptado de Orrego, Tamayo y Ruiz. 2016

- En esta actividad, debes responder individualmente las preguntas planteadas. Luego revisa las respuestas que consideras que no están bien y reflexiona por qué las hiciste mal; y finalmente un compañero evaluará si tus explicaciones están bien o mal justificadas y por qué, dándote algunas recomendaciones con el fin de que mejores tus planteamientos.

Preguntas	El dióxido de carbono y el vapor de agua son gases del efecto invernadero; producidos por la combustión de los motores de los vehículos; ¿por qué crees es posible determinar la cantidad producida de estos gases?	Para que se cumpla la ley de la conservación de la masa en una ecuación química, ¿qué crees que debe suceder?	¿Cómo debe estar elaborado tu argumento para que sea de calidad?
1. Respuesta inicial			
2. ¿Qué hice mal?			
3. ¿Por qué lo hice mal?			
4. ¿Está bien justificado?			
5. ¿Qué le recomendarías a tu compañero para mejorar?			

Adaptado de Orrego, Tamayo y Ruiz. 2016

Nombre de los integrantes del grupo:

---



---



---



---

Para esta actividad, entre todos deben proponer que serían capaces de explicar para la evolución de este tema, lo cual debe estar consignado en la columna de la izquierda. Además, cada estudiante debe demostrar que es capaz de explicar, teniendo en cuenta la respuesta de la pregunta anterior; y cada uno será evaluado de la siguiente manera:

No lo sabe  1      Lo sabe Regular  2      Lo sabe bien  3

Por último, los compañeros elaboran las propuestas que les permitirán mejorar.

Pensemos, para dar un buen argumento relacionado con el concepto de estequiometría tendríamos que ser capaces de:	Alumno A	Alumno B	Alumno C	Alumno D	Alumno E	Propuestas para mejorar

Adoptado de Orrego, Tamayo y Ruiz. 2016

## **Anexo 2. Instrumento de niveles argumentativos y de calidad de los argumentos**

INSTITUCIÓN EDUCATIVA RURAL EL TOTUMO

QUÍMICA GRADO 11°

ESTEQUIOMETRÍA

DOCENTE: JAIDER LUIS MARTÍNEZ PETRO

Nombre \_\_\_\_\_. Fecha \_\_\_\_\_

**Estimado(a) estudiante, a partir de la situación problema mostrada a continuación, te invito que respondas cada pregunta planteada.**

**Recuerda que tus respuestas son muy importantes, por lo tanto, es necesario que respondas de acuerdo con los conocimientos que tienes en cada una de las preguntas planteadas.**

### **Situación problema**

La gastritis es una enfermedad de la vida moderna que pueden padecer las personas, e incluso, estudios han demostrado que cerca del 80% de los niños menores de 10 años en países subdesarrollados corren el riesgo de padecer esta enfermedad; la cual se manifiesta frecuentemente con acidez e inflamación en el estómago. Suponiendo que un familiar empieza a padecer estos síntomas, va al médico y le formula un antiácido como la MYLANTA; pero este no entiende las razones por las cuales le mandaron este medicamento, por lo tanto, te proponemos que le ayudes a tu familiar a entender, respondiendo las siguientes preguntas.

1. Según el texto las propiedades de la MYLANTA cumplen la función de contrarrestar la acidez estomacal. Sí \_\_\_\_, No \_\_\_\_. ¿Por qué?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. ¿Qué tan seguro(a) estas de la respuesta anterior, comparada con otras del curso:

Nada seguro\_\_\_\_\_

Poco seguro\_\_\_\_\_

Probablemente seguro\_\_\_\_\_

Muy seguro\_\_\_\_\_

¿Cuál fue la razón que te llevo a escoger tu opción de respuesta?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Ante la situación presentada, algunos dicen que en caso de no poder adquirir la MYLANTA se puede hacer uso del bicarbonato de sodio, disolviendo media cucharadita en medio vaso de agua.



Tomada de: <https://bit.ly/2SnWTRx>

¿Crees que esta sería una buena opción? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Explica por qué:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

4. Si haces una comparación de las respuestas dadas por tus compañeros, cuál crees que cumplió o respondió mejor a la situación planteada:

Estudiante 1 \_\_\_\_\_

Estudiante 2 \_\_\_\_\_

Estudiante 3 \_\_\_\_\_

Estudiante 4 \_\_\_\_\_

Estudiante 5\_\_\_\_\_

Estudiante 6\_\_\_\_\_

Estudiante 7\_\_\_\_\_

¿Por qué?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

5. Cómo crees que actúa la MYLANTA para disminuir la acidez en el estómago de una persona. Justifica tu respuesta.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

6. Al socializar las respuestas de la pregunta anterior con tus compañeros, con cuál o cuáles estas o no estás de acuerdo:

Estudiante 1\_\_\_\_\_

Estudiante 2\_\_\_\_\_

Estudiante 3\_\_\_\_\_

Estudiante 4\_\_\_\_\_

Estudiante 5\_\_\_\_\_

Estudiante 6\_\_\_\_\_

Estudiante 7\_\_\_\_\_

¿Por qué estás o no estás de acuerdo?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



### Anexo 3. Codificaciones

#### Codificación de los 7 estudiantes instrumento argumentación

Código	Estudiantes
1IAJA	Estudiante 1
2IAES	Estudiante 2
3IANN	Estudiante 3
4IALJ	Estudiante 4
5IAPM	Estudiantes 5
6IAWT	Estudiante 6
7IACH	Estudiantes 7

#### Codificación de los elementos de un argumento

Elemento	Color en el texto
Descripción simple (DS)	Rojo
Datos (D)	Verde
Conclusión (C)	Azul
Justificación (J)	Fucsia
Respaldo teórico (B)	Púrpura
Cualificador (Q)	Marrón
Refutación (R)	Anaranjado

### Codificación de los niveles argumentativos de Tamayo (2011)

<b>Niveles argumentativos</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
Nivel 1	NA 1	Los estudiantes en respuesta solo hacen una descripción simple de la vivencia
Nivel 2	NA 2	Los estudiantes identifican en el argumento propuesto los datos y una conclusión.
Nivel 3	NA 3	Los estudiantes identifican al exponer un argumento los datos, conclusión y justificación.
Nivel 4	NA 4	Los estudiantes exponen argumentos constituidos por datos, conclusiones y justificaciones, haciendo uso de cualificadores o respaldo teórico.
Nivel 5	NA 5	Los estudiantes identifican en sus argumentos datos, conclusión(es), justificación(es), respaldo(s) y contraargumento(s).

### Codificación subcategorías de la estequiometría

<b>Subcategorías</b>	<b>Componentes</b>	<b>Código</b>
<b>1</b>	Conservación de la masa	S1CM
<b>2</b>	Lenguaje verbal	S2LV
	Lenguaje matemático	S2LM
	Lenguaje de fórmulas	S2LF
<b>3</b>	Explicación de fenómenos (teoría corpuscular)	S3EF.TC

Código	Situaciones	Descripción de las preguntas
SI	Situación I	¿Qué crees sucedió con la sal del recipiente?
		Sin usar tus sentidos. ¿Cómo comprobarías que la sal está presente allí?
		Si la solución se somete a ebullición completa, ¿cuál crees que sería la masa en gramos del recipiente? Justifica tu respuesta.
SII	Situación II	¿Cuántos automóviles crees que se podrán ensamblar en la fábrica?
		¿Qué procedimientos usaste para llegar a la respuesta? Explica paso a paso.
SIII	Situación III	¿Qué explicación darías para que el trozo de papel ardiera tan fácilmente?
		¿Cuál fue la razón para usar calentamiento en la práctica? Justifica tu respuesta
		¿Qué debe cumplirse para que en la práctica observada siempre se obtengan los mismos resultados? Elabora una lista si es necesario
SIV	Situación IV	¿Qué masa de sándwiches JP <sub>2</sub> puedes obtener si cuentas con 720 gramos de pan y 300 gramos de jamón?
		Sabiendo que la docena de rodajas de pan pesa 240 g, la docena de fetas de jamón pesa 180 g, y la de sándwiches pesa 660 g. ¿Cuántos sándwiches crees que podrías preparar?
		Si en la preparación de los sándwich se usan dos jamones, la ecuación sería la misma, ¿sí o no? ¿Por qué?
		Si cuentas con los mismos 720g de pan y 300g de jamón la masa de sándwiches sería la misma que la encontrada en la primera pregunta. Si ____ No ____ y ¿por qué?

**Codificación del instrumento de recolección de la información de niveles y calidad de los argumentos, pre-test y pos-test.**

<b>Número de preguntas</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción de la pregunta</b>
1	P1	Según el texto las propiedades de la MYLANTA cumplen la función de contrarrestar la acidez estomacal. Sí ____, No ____. ¿Por qué?
2	P2	¿Qué tan seguro(a) estas de la respuesta anterior, comparada con otras del curso: Nada seguro _____ Poco seguro _____ Probablemente seguro _____ Muy seguro _____ ¿Cuál fue la razón que te llevo a escoger tu opción de respuesta?
3	P3	Ante la situación presentada, algunos dicen que en caso de no poder adquirir la MYLANTA se puede hacer uso del bicarbonato de sodio, disolviendo media cucharadita en medio vaso de agua. ¿Crees que esta sería una buena opción? Sí _____ No _____ Explica por qué.
4	P4	Si haces una comparación de las respuestas dadas por tus compañeros, cuál crees que cumplió o respondió mejor a la situación planteada: Estudiante 1 _____ Estudiante 2 _____ Estudiante 3 _____ Estudiante 4 _____ Estudiante 5 _____ Estudiante 6 _____ Estudiante 7 _____

		¿Por qué?
5	P5	¿Cómo crees que actúa la MYLANTA para disminuir la acidez en el estómago de una persona? Justifica tu respuesta.
6	P6	Al socializar las respuestas de la pregunta anterior con tus compañeros, con cuál o cuáles no estás de acuerdo: Estudiante 1 _____ Estudiante 2 _____ Estudiante 3 _____ Estudiante 4 _____ Estudiante 5 _____ Estudiante 6 _____ Estudiante 7 _____

### Codificación del nivel de calidad de los argumentos de Marín (2018)

Nivel de calidad	Código	Descripción
Nivel 1	NCA 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>No hay justificaciones o las justificaciones y conclusiones NO están relacionadas; o las justificaciones NO son ciertas, por cual la conclusión NO es cierta.</li> <li>Las justificaciones NO aportan para que las afirmaciones sean verdaderas o que tengan una alta probabilidad de ser ciertas.</li> <li>El argumento, como un todo, NO se ajusta y ni se adecua a las circunstancias en las que se pretende dar explicaciones o es aplicable.</li> <li>Las justificaciones y conclusiones están relacionadas de tal manera que, si las justificaciones son ciertas, la conclusión tiene un buen grado de certeza.</li> </ul>
Nivel 2	NCA 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las justificaciones aportan para que las afirmaciones sean verdaderas o que tengan alguna probabilidad de ser ciertas,</li> </ul>

pero NO se refieren a modelo teórico/explicativo o concepto aprendido, es decir hace uso de lenguaje cotidiano o creencias.

- El argumento, como un todo, No se ajusta o adecua completamente a las circunstancias en las que se pretende dar explicaciones o es aplicable. Pero se evidencia el intento por dar una explicación.
- Las justificaciones y conclusiones están relacionadas de tal manera que, si las justificaciones son ciertas, la conclusión tiene un alto grado de certeza.
- Las justificaciones que hacen que las afirmaciones sean verdaderas o que tengan una alta probabilidad de ser ciertas, se refieren a modelo teórico/explicativo o concepto aprendido, haciendo uso correcto del lenguaje científico escolar.
- El argumento, como un todo, se ajusta y adecua a las circunstancias en las que se pretende dar explicaciones o es aplicable

**Nivel 3**

**NCA 3**

**Anexo 4. Matriz de análisis de los niveles argumentativos y de la calidad de los argumentos**

**Matriz de análisis de los niveles argumentativos y del nivel de calidad de los argumentos**

<b>Código</b>	<b>Respuesta de los estudiantes</b>	<b>Nivel argumentativo</b>	<b>Nivel de calidad del argumento</b>	<b>Análisis</b>

## Anexo 5. Matriz de análisis de las ideas previas

### Matriz de análisis de las ideas previas

Código	Respuesta de los estudiantes		Subcategorías	Análisis de subcategorías
	<b>Situación I</b>			
	<b>Situación II</b>			
	<b>Situación III</b>			
	<b>Situación IV</b>			